

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

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

PROGETTO ESECUTIVO

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

PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese
Mandataria:

			
--	--	---	--

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

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

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord OPERE D'ARTE MINORI Generale Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo	SCALA: DATA: Maggio 2017
---	--

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

Codice Elaborato:	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev
	L 0 7 0 3	2 1 2	E	1 7	O M O O O O	R E L	0 4	B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
A	AGOSTO 2016	Emissione per progetto esecutivo	PROGIN	A.FALACE	S.LIETO	A.GRIMALDI
B	MAGGIO 2017	Emissione per validazione RINA	PROGIN	M.PISCITELLI	S.LIETO	A.GRIMALDI

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	2 di 166

INDICE

1. PREMESSA.....	4
1.1 UNITÀ DI MISURA.....	4
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	5
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	9
4.1 CALCESTRUZZO.....	9
4.2 ACCIAIO PER ARMATURE	10
4.3 COPRIFERRI	11
5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	12
5.1 INTERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE	13
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	15
7. CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA TOMBINI D1800.....	17
7.1 ANALISI DEI CARICHI.....	17
7.1.1 Peso proprio.....	17
7.1.2 Permanenti.....	17
7.1.3 Spinta del terreno.....	18
7.1.4 Spinta in presenza di falda	20
7.1.5 Variazioni termiche della struttura.....	20
7.1.6 Ritiro e viscosità.....	20
7.1.7 Azioni variabili da traffico (Q1).....	20
7.1.8 Azioni Sismiche.....	23
7.1.9 Forze d'inerzia.....	23
7.1.10 Spinta sismica terreno.....	24
7.2 SCELTA DELLE SEZIONI TIPOLOGICHE DI CALCOLO.....	24
7.3 COMBINAZIONI DI CARICO.....	25
7.4 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI.....	29
7.4.1 Verifica SLE.....	29
7.4.2 Verifiche delle tensioni.....	29
7.4.3 Verifiche a fessurazione.....	30
7.4.4 Verifiche allo SLU.....	31
7.4.4.1 Pressoflessione.....	31
7.4.4.2 Taglio.....	32
7.5 VERIFICHE GEOTECNICHE (CARICO LIMITE).....	34
8. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	35
9. TOMBINO CIRCOLARE D1800_CASO 4A – RISULTATI ANALISI E VERIFICHE.....	38
9.1 MODELLO DI CALCOLO.....	38
9.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO.....	40
9.3 ARMATURE DI PROGETTO.....	41
9.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE	42
9.4.1 Verifiche allo SLU.....	42

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	3 di 166

9.4.1.1	Verifiche a pressoflessione	42
9.4.1.2	Verifiche a taglio	43
9.4.2	Verifiche allo SLE.....	43
9.4.2.1	Verifiche a fessurazione	44
9.4.2.2	Verifica delle tensioni.....	47
9.5	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	49
10.	TOMBINO CIRCOLARE D1800_CASO 4B – RISULTATI ANALISI E VERIFICHE	49
10.1	MODELLO DI CALCOLO.....	49
10.2	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO.....	51
10.3	ARMATURE DI PROGETTO.....	53
10.4	VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE	53
10.4.1	Verifiche allo SLU.....	53
10.4.1.1	Verifiche a pressoflessione	53
10.4.1.2	Verifiche a taglio	54
10.4.2	Verifiche allo SLE.....	54
10.4.2.1	Verifiche a fessurazione	55
10.4.2.2	Verifica delle tensioni.....	58
10.5	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	60
ALLEGATO 1	62
TABULATI DI CALCOLO CASO 4A	62
ALLEGATO 2	111
TABULATI DI CALCOLO CASO 4B	111

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	4 di 166

1. PREMESSA

Nell'ambito dei lavori di completamento della direttrice Perugia – Ancona "Pedemontana delle Marche": Sub Lotto 2.2 Tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord, è prevista la realizzazione di 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 tombini idraulici caratterizzati da una sezione circolare in c.a. di diametro interno **1800 mm**.

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 UNITÀ DI MISURA

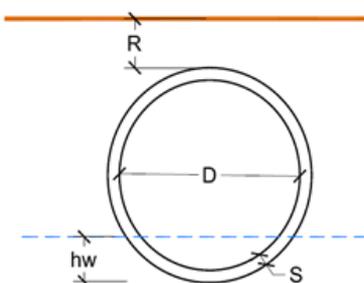
Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

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

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 5 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

I calcoli espoti nel presente documento, si riferiscono, come già anticipato in premessa, ai tombini idraulici in c.a. caratterizzati da una sezione circolare, con diametro interno D 1800mm, di cui alla tabella seguente::



Pk. (Km)	B/D(m)	S(m)	R med (m)	Unità Geotecniche	Parametri Geotecnici di Progetto terreno di Fondazione				Caso di Calcolo		
					γ (KN/m ³)	c' (KPa)	φ °	E (KPa)	Falda di Progetto hw(m)	N°	R(m)
5+745,2	1.8	0.19	4.50	Ag/Ala	19.0	0.0	25.00	150.0	1.00	4a	5.5
5+988.5	1.8	0.19	1.80	Salt	19.0	0.0	25.00	150.0	1.00	4a	5.5
6+583.40	1.8	0.19	5.50	Ecla	19.0	0.0	25.00	150.0	1.00	4a	5.5
7+160	1.8	0.19	10.50	Ecla/Salt	19.0	0.0	25.00	150.0	1.00	4b	10.5
7+560 (compl)	1.8	0.19	1.00	Ecla	19.0	0.0	25.00	150.0	1.00	4a	5.5
7+660 (compl)	1.8	0.19	4.5	Ecla	19.0	0.0	25.00	150.0	1.00	4a	5.5

Tabella di riepilogo caratteristiche di progetto dei tombini D 1800

Come segnalato nella tabella precedente, ai fini del dimensionamento, per i tombini D1800 sono stati individuati due casi di calcolo, **4a** ed **4b** rappresentativi delle diverse situazioni di ricoprimento riscontrate; tale aspetto sarà tuttavia meglio dettagliato al successivo paragrafo 7.2 dedicato alla scelta delle sezioni tipologiche di calcolo.

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 6 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------

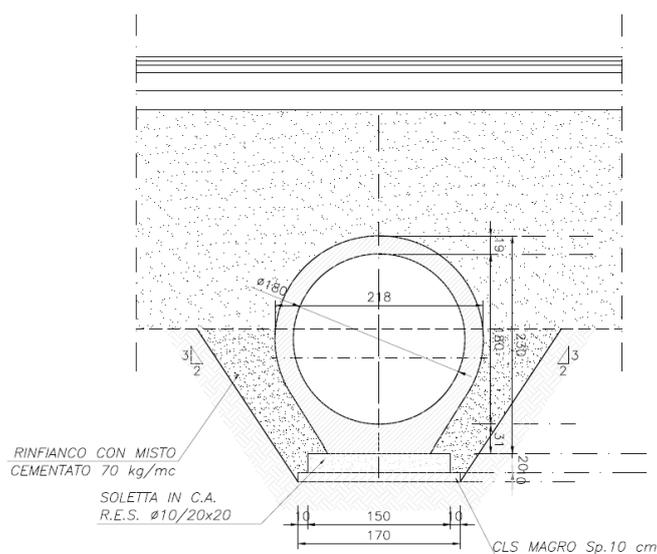
Per i tombini in esame sono presenti diversi pozzetti, per semplicità di lettura si riporta nella seguente tabella un riepilogo dei pozzetti e della loro tipologia per ogni tombino:

Tombino (PK)	Geometria	Pozzetto di ingresso	Pozzetto di uscita	Pozzetto intermedio	Pozzetto di salto
5+745.20	D1800	SI	SI	0	0
5+988.50	D1800	SI	SI	0	0
6+583.40	D1800	SI	SI	0	0
7+160.00	D1800	SI	SI	0	0
7+660.00	D1800	SI	0	0	0

Per le specifiche tecniche, il dimensionamento, l'analisi e le verifiche dei pozzetti individuati nella tabella precedente si rimanda all'elaborato "L0703212E17OM0000REL06 – Pozzetti e Vasche: Relazione di calcolo".

Si riporta infine, la sezione tipo delle opere in questione, con l'indicazione delle geometrie e degli interventi di finitura previsti.

Si riporta infine, la sezione tipo delle opere in questione, con l'indicazione delle geometrie e degli interventi di finitura previsti.



Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici specifici.



QUADRILATERO

Marche Umbria S.p.A.

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	7 di 166

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 8 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------

3. 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.)

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	9 di 166

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

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

4.1 CALCESTRUZZO

Per tutte le parti strutturali dell'opera in progetto è previsto l'impiego di calcestruzzo di classe C32/40, di cui nel seguito si 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:

$R_{ck} = 40$ MPa

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

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

Resistenza a compressione cilindrica media:

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

Resistenza a trazione assiale:

$f_{ctm} = 3.10$ MPa Valore medio

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

Resistenza a trazione per flessione:

$f_{ctm} = 3.7$ MPa Valore medio

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

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$\gamma_c = 1.5$

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

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

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

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

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

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

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

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

Modulo di elasticità secante:

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	10 di 166

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

Modulo di Poisson:

$$\nu = \boxed{0-0,2}$$

Coefficiente di dilatazione lineare

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

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1.00$$

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

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

4.2 ACCIAIO PER ARMATURE

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

Classe di Resistenza

Tensione caratteristica di rottura:

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

Tensione caratteristica allo snervamento:

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

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

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

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

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

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

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = \mathbf{1.15}$$

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

Resistenza di calcolo allo SLU:

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

Modulo di elasticità :

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 11 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

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

4.3 COPRIFERRI

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

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

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 n617/09

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 12 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno interagente con le fondazioni delle 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 +1m al di sopra della quota di imposta delle fondazioni, ovvero

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	13 di 166

5.1 INTERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE

Di seguito sono trattati gli aspetti di natura geotecnica riguardanti l'interazione terreno-struttura relativamente all'opera in esame.

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

$$s = B \cdot c_t \cdot (q - \sigma_{v0}) \cdot (1 - \nu^2) / E$$

dove:

- s = cedimento elastico totale;
- B = lato minore della fondazione;
- c_t = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (L = lato maggiore della fondazione):

$c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L / B)$	rettangolare con $L / B \leq 10$
$c_t = 2 + 0.0089 (L / B)$	rettangolare con $L / B > 10$
- q = pressione media agente sul terreno;
- σ_{v0} = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- ν = coefficiente di Poisson del terreno;
- E = modulo elastico medio del terreno sottostante.

Il valore della costante di sottofondo k_w è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

$$k_w = E / [(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t]$$

-

Di seguito si riportano, in forma tabellare, i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, sulla scorta del valore di progetto di E attribuito allo strato di Fondazione, avendo considerato una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaborante pari a 15m:

$E(\text{KN/m}^2) =$	150000.0
$\nu =$	0.3
$B \text{ (m)} =$	1.5
$L \text{ (m)} =$	15.0
$L/B =$	10.00

$$c_t = \mathbf{2.09}$$

$$K_w = \mathbf{52604} \text{ KN/m}^3 = \mathbf{0.526} \text{ Mpa/cm}$$



QUADRILATERO

Marche Umbria S.p.A.

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	14 di 166

Ai fini del calcolo, si è comunque assunto un valore di kw massima coerente con quanto già previsto per il caso delle strutture scatolari, ossia: $kw = 0.35 \text{ MPa/cm}$

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 15 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

6. 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 viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.) ai sensi del D. Min. 14/01/2008, da cui scaturisce un coefficiente d'uso $C_U = 1.5$

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

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

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

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

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

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

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

- Vita nominale V_N = 50 anni;
- Classe d'uso = III;
- Coefficiente d'uso C_U = 1.5;
- Periodo di riferimento V_R = 75 anni;
- $T_{R,SLV}$ = 712 anni;
- Comune = Fabriano;

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

V_R [anni]	Stato Limite	PV_R -	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
-----------------	-----------------	-------------	-----------------	--------------	--------------	----------------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 16 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

75	SLO	81%	45	0.073	2.450	0.286
	SLD	63%	75	0.090	2.454	0.297
	SLV	10%	712	0.206	2.526	0.331
	SLC	5%	1462	0.262	2.555	0.339

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità di Progetto

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

- $a_{g,SLV}$ = **0.206 g;**
- $F_{0,SLV}$ = **2.526;**
- $T^*_{c,SLV}$ = **0.331 sec.**

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 17 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

7. CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA TOMBINI D1800

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

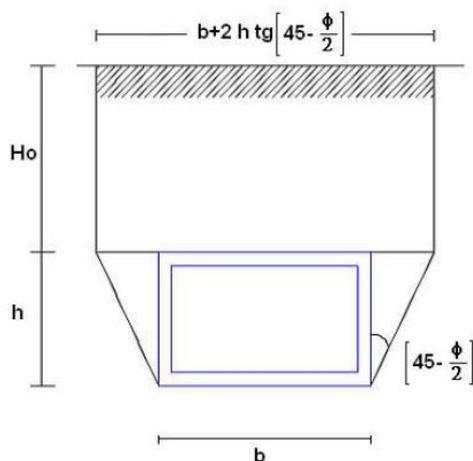
7.1 ANALISI DEI CARICHI

7.1.1 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. $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$.

7.1.2 Permanenti

Per la valutazione del carico permanente in copertura, si è fatto riferimento al metodo di **Terzaghi** secondo il quale, il carico sul traverso si manifesta come semplice peso di una massa parabolica o ellittica di distacco.



Più in dettaglio **Terzaghi** fornisce due espressioni differenti della pressione a seconda della maggiore o minore altezza del ricoprimento, H_0 .

Facendo riferimento ai simboli della figura precedente, specificando per nel caso di sezioni circolari, le dimensioni b ed h sono quelle del rettangolo tangente al cerchio esterno della sezione, ed indicando con C la coesione, con ϕ l'angolo di attrito e con γ il peso di volume del terreno di ricoprimento, le due espressioni sono le seguenti:

Caso 1) $H_0 \leq 5 B_1$

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	18 di 166

$$p_v = \frac{\gamma B_1 - C}{K \operatorname{tg}\varphi} \left(1 - e^{-K \frac{H_0}{B_1} \operatorname{tg}\varphi} \right)$$

nella quale K è un coefficiente sperimentale, che, secondo misure eseguite dallo stesso **Terzaghi** è circa uguale ad **1**, mentre il coefficiente B_1 , si ricava attraverso la seguente espressione:

$$B_1 = \frac{b}{2} + h \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

nella quale φ è l'angolo di attrito dello strato di rinfianco

Caso 2) $H_0 > 5 B_1$

$$p_v = \frac{\gamma B_1 - C}{K \operatorname{tg}\varphi} \left(1 - e^{-K \frac{H_1}{B_1} \operatorname{tg}\varphi} \right) + \gamma H_2 e^{-K \frac{H_1}{B_1} \operatorname{tg}\varphi}$$

essendo H_1 la distanza, misurata dal piano orizzontale sul quale agisce la pressione, alla quale si estende l'effetto volta ($H_1 = 5B_1$) e H_2 la residua distanza sino al piano campagna. La somma $H_1 + H_2$ è l'altezza del ricoprimento H_0 cioè $H_2 = H_0 - 5B_1$.

7.1.3 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 :

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 19 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

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

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 :

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

Nel caso in esame tuttavia, in considerazione della ridotta capacità de formativa 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 $\phi' = 35^\circ$
- coesione efficace $c' = 0$.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	20 di 166

7.1.4 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.

7.1.5 Variazioni termiche della struttura

Si è tenuto conto di eventuali effetti termici dovuti a variazioni di temperatura sull'opera, applicando sul traverso superiore una variazione termica variabile linearmente da - 2.5°C all'estradosso della soletta superiore, a + 2.5°C all'intradosso della soletta superiore;

7.1.6 Ritiro e viscosità

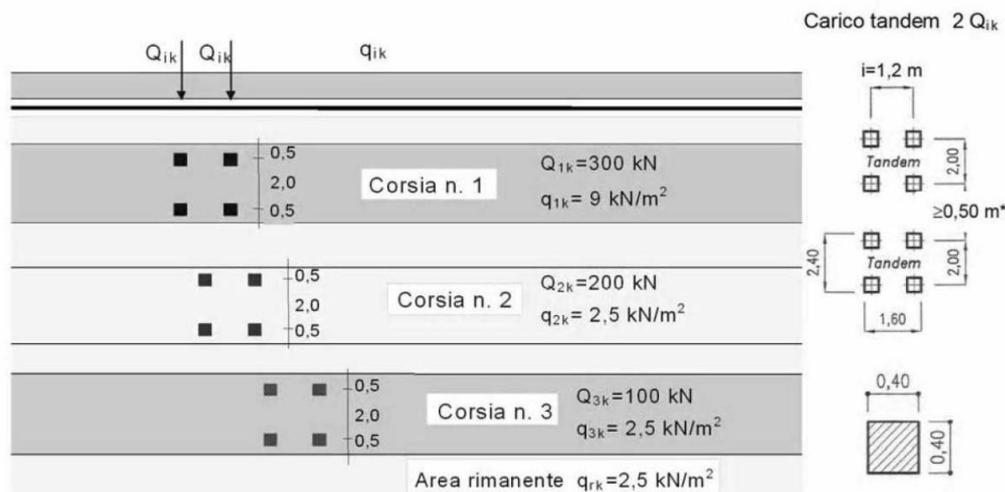
Gli effetti del ritiro del calcestruzzo e della viscosità sono assimilati ad una variazione termica uniforme della soletta superiore.

Nello specifico, si è assunto di modellare la deformazione da ritiro totale comprensiva anche degli effetti da deformazione viscosa, attraverso l'introduzione di un carico termico uniforme nella soletta superiore di **-10°C**.

7.1.7 Azioni variabili da traffico (Q1)

Per la determinazione dei carichi accidentali da traffico da considerare sul piano della pavimentazione, si è fatto riferimento agli schemi di carico stabilità al punto 5.1.3.3.3 del DM 14/01/08 di cui nel seguito:

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	21 di 166


Figura 1 – Schema di carico 1

Lo schema di carico di Normativa, è in particolare costituito dalle seguenti colonne di carico:

- una colonna di carichi (ingombro = 3 m) costituita da un automezzo convenzionale Q_{1k} di 600 kN dotato di 2 assi di 2 ruote ciascuno, distanti 1.20 m in senso longitudinale e con interasse ruote in senso trasversale di 2.00 m; un carico ripartito q_{1k} di 9 kN/m² uniformemente distribuito;
- una seconda colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 400 kN di Q_{1k} e 2.5 kN/m² di q_{1k} e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;
- una terza colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 200 kN di Q_{1k} e 2.5 kN/m² di q_{1k} e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;
- un carico uniforme $q_{rk} = 2.5 \text{ kN/m}^2$ nella zona di carreggiata non impegnata dai carichi precedenti.

Ai fini delle analisi, si è assunto di trasformare i carichi concentrati Q_{1k} , in un carico distribuito equivalente, che, con riferimento alla colonna di carico 1, risulta il seguente:

$$Q_{1k d} = 600 / 2.40 \times 1.60 = 156 \text{ kN/m}^2$$

Si è assunto inoltre di diffondere il carico valutato in precedenza fino al piano medio della soletta, secondo quanto riportato negli schemi grafici di figura seguente:

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

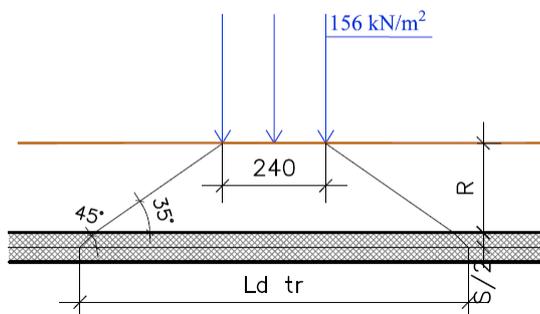
OPERE D'ARTE MINORI

Generale

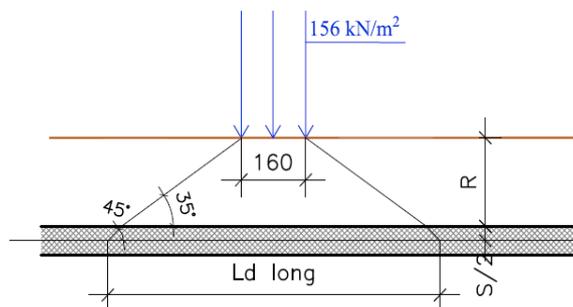
Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	22 di 166

DIFFUSIONE TRASVERSALE CARICHI STRADALI Q1
(Longitudinale all'opera)



DIFFUSIONE LONGITUDINALE CARICHI STRADALI Q1
(Trasversale all'opera)



Schema di diffusione in soletta carichi Q1

In definitiva, sul piano medio della soletta, agirà un carico uniforme distribuito pari a :

$$Q1k d' = 600 / (Ld_{tr} \times Ld_{long})$$

Nell'ambito della modellazione effettuata tuttavia, si è fatto riferimento, come di norma, ad un modulo di scatolare di lunghezza unitaria; la diffusione dei carichi in direzione longitudinale all'opera è effettuata in automatico dal programma di Calcolo Utilizzato secondo i criteri definiti in precedenza, mentre per tener conto della diffusione in senso trasversale, il carico inserito nel modello di analisi sul piano limite stradale, è stato già opportunamente ridotto per tener conto di tale effetto; in definitiva, il carico di progetto utile alla simulazione del carico Q1(assi) è stato valutato come di seguito:

$$Q1_{prog} = [(156 \times 2.40) / Ld_{tr}] \times 1.5$$

dove con il coefficiente amplificativo 1,5 si è tenuto conto degli effetti della 2° colonna di carico eventualmente adiacente, tenendo comunque presente l'effetto della collaborazione strutturale in direzione longitudinale all'opera stessa.

Tale carico è stato infine applicato su una lunghezza complessiva di **1,60m**, pari all'impronta del carico Q1k in direzione longitudinale.

In aggiunta, si è considerato agente sul piano stradale l'ulteriore carico uniforme di **9KN/m²**, trascurando cautelativamente gli effetti di diffusione.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	23 di 166

Si specifica infine che in ragione dei ricoprimenti di calcolo previsti, sempre superiori ai 4m, si è ritenuto di poter trascurare gli effetti di frenatura associati ai carichi variabili.

7.1.8 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 .

7.1.9 Forze d'inerzia

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:

$$k_h = a_{ma} \times /g$$

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

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

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	24 di 166

K_h [-] = **0,286** Coefficiente sismico orizzontale

K_v [-] = **0,143** Coefficiente sismico verticale

7.1.10 Spinta sismica terreno

Le spinte del terreno in fase sismica, sono state determinate con la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinata con la seguente espressione:

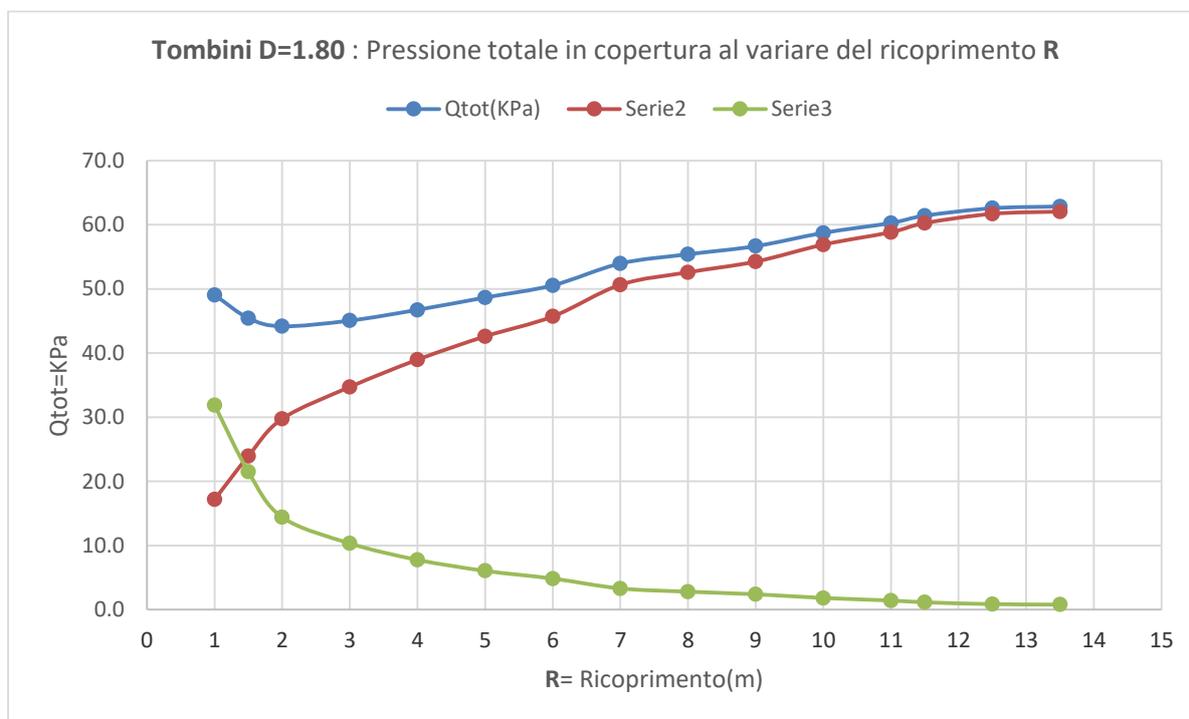
$$\Delta S_E = K_h \cdot \gamma \cdot H^2$$

7.2 SCELTA DELLE SEZIONI TIPOLOGICHE DI CALCOLO

Le strutture oggetto di dimensionamento, presentano dei ricoprimenti **R**, intendendo per quest'ultimo la distanza media tra il piano stradale e l'estradosso della soletta di copertura generalmente variabili.

Allo scopo di individuare dei modelli di calcolo rappresentativi delle diverse situazioni presenti in termini di R, sono state effettuate alcune valutazioni di calcolo relativamente alla pressione complessiva in asse alla soletta di copertura per effetto del terreno di ricoprimento e dei carichi variabili sul piano stradale opportunamente diffusi, secondo i criteri già esposti ai paragrafi precedenti; il risultato delle valutazioni effettuate è presentato nel grafico della figura seguente:

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 25 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------



Il grafico evidenzia pertanto che per ricoprimenti compresi **da 1 a 5.5m**, l'effetto combinato dei carichi si mantiene pressoché costante, mentre per **R>5.5**, il carico complessivo cresce evidenziando parallelamente un effetto dei carichi variabili sempre meno significativo.

In relazione a tali evidenze, e tenendo conto dei ricoprimenti minimi previsti sulle strutture oggetto di dimensionamento, almeno pari ad 1,5m, è stata individuato come caso di calcolo rappresentativo delle basse coperture il caso R=5.5m, mentre per valori superiori i casi di calcolo sono stati scelti in ragione dei massimi ricoprimenti riscontrabili dagli elaborati grafici di progetto delle opere:

In definitiva, per dei tombini circolari D1800, sono stati analizzati i seguenti casi:

Caso 4a : R=5.5m

Caso 4b : R=10.5m

I calcoli esposti nel seguito del documento, si riferiscono ai casi di calcolo appena citati:

7.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Per la combinazione dei diversi carichi previsti sulla struttura di cui al precedente paragrafo 7, si è fatto riferimento a quanto specificato in merito al prg 2.5.3 del DM 14.01.08, secondo cui le combinazioni di carico da considerare nei riguardi dei diversi stati limite di verifica SLU, SLE e sisma sono le seguenti:

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 26 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

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

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

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

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine:

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

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

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 27 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

- (1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
- (2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
- (3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
- (4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
- (5) Aliquota di carico da traffico da considerare.
- (6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
- (7) 1,20 per effetti locali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combinazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento q_5	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

Tabella 5.1.VI - Coefficienti di combinazione Ψ delle azioni (da DM 14/01/2008)

In definitiva, con riferimento ai carichi di tipo variabile previsti nel caso in esame, sono stati assunti i seguenti coefficienti di partecipazione Ψ :

Carichi stradali (Variabili da traffico)

$$\Psi_0 = 0.75 \quad \Psi_1 = 0.75 \quad \Psi_2 = 0.00$$

Azioni Termiche (Term)

$$\Psi_0 = 0.60 \quad \Psi_1 = 0.60 \quad \Psi_2 = 0.50$$

In definitiva, sono state analizzate un totale di **21** Combinazioni di calcolo di cui **8 riferite al Caso SLU statico (A1-M1 ed A2-M2)**, **4 sismiche** (2 A1-M1 + 2 A2-M2) **ed 9 di SLE**, precisando inoltre che al fine di massimizzare gli effetti per combinazioni caratterizzate dalla presenza di carichi accidentali dissimmetrici, nelle relative combinazioni le spinte del terreno sulla parete opposta a quella del carico (lato destro), sono state considerate con fattore di partecipazione $\Psi=0.50$

Di seguito si riporta in definitiva un riepilogo delle Combinazioni di Calcolo considerate nelle analisi

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 28 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI		COMBINAZIONI SLU - STATICHE															
		Azione Variabile Dominante : Carichi di traffico								Azione Variabile Dominante : Termica							
		C1		C2		C3		C4		C5		C6		C7		C8	
		A1-M1		A2-M2		A1-M1		A2-M2		A1-M1		A2-M2		A1-M1		A2-M2	
		γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ
1	Peso Proprio	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1
2	Spinta terreno sinistra	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1
3	Spinta terreno destra	1,35	1	1	1	1,35	0,5	1	0,5	1,35	1	1	1	1,35	0,5	1	0,5
4	Sisma sinistra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Sisma destra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Spinta Falda	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1
7	Ritiro	1,20	1	1	1	1,20	1	1	1	1,20	1	1	1	1,20	1	1	1
8	Termica	1,20	0,6	1	0,6	1,20	0,6	1	0,6	1,20	1	1	1	1,20	1	1	1
9	Q STR CEN	1,35	1	1,15	1	-	-	-	-	1,35	0,75	1,15	0,75	-	-	-	-
10	Q STR LAT	-	-	-	-	1,35	1	1,15	1	-	-	-	-	1,35	0,75	1,15	0,75

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI		COMBINAZIONI SLU - SISMICHE							
		C9		C10		C11		C12	
		1-M1/V+		1-M1/V-		1-M2/V+		1-M2/V-	
		γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ
1	Peso Proprio	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Spinta terreno sinistra	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Spinta terreno destra	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Sisma sinistra	1							
5	Sisma destra	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Spinta Falda	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Ritiro	1	1	1	1	1	1	1	1
8	Termica	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5
9	Q STR CEN	-	0	-	0	-	0	-	0
10	Q STR LAT	-	0	-	0	-	0	-	0

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 29 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI		COMBINAZIONI SLE																	
		Azione Variabile Dominante : Carichi di traffico												Azione Variabile Dominante : Termica					
		C13		C14		C15		C16		C17		C18		C19		C20		C21	
		RARA		FREQ.		Q.PERM		RARA		FREQ.		Q.PERM		RARA		FREQ.		Q.PERM	
		γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ
1	Peso Proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Spinta terreno sinistra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Spinta terreno destra	1	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1
4	Sisma sinistra	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Sisma destra	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Spinta Falda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1
7	Ritiro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	Termica	1	0.6	1	0.5	1	0.5	1	0.6	1	0.5	1	0.5	1	1	1	0.6	1	0.5
9	Q STR CEN	1	1	1	0.75	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Q STR LAT	-	-	-	-	-	-	1	1	1	0.75	-	0	1	0.75	-	0	-	0

Si precisa infine che la condizione di Carico **Q STR CEN**, è rappresentativa di una configurazione di carico stradale "simmetrica", (asse carico Q1k coincidente con l'asse del traverso) mentre la condizione di carico **Q STR LAT**, è una condizione emisimmetrica, ovvero con bordo del carico Q1k coincidente con filo esterno piedritto e carico q1k(9 KN/m²) assente in soletta.

7.4 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

7.4.1 Verifica SLE

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

7.4.2 Verifiche delle tensioni

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

Per il caso in esame risulta in particolare :

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 30 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

CALCESTRUZZO

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

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

ACCIAIO

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

7.4.3 Verifiche a fessurazione

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

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 : $w \leq 0.2 \text{ mm}$

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	31 di 166

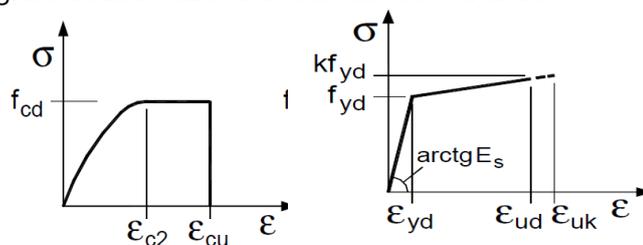
Combinazione Frequente : $w \leq 0.3\text{mm}$

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.

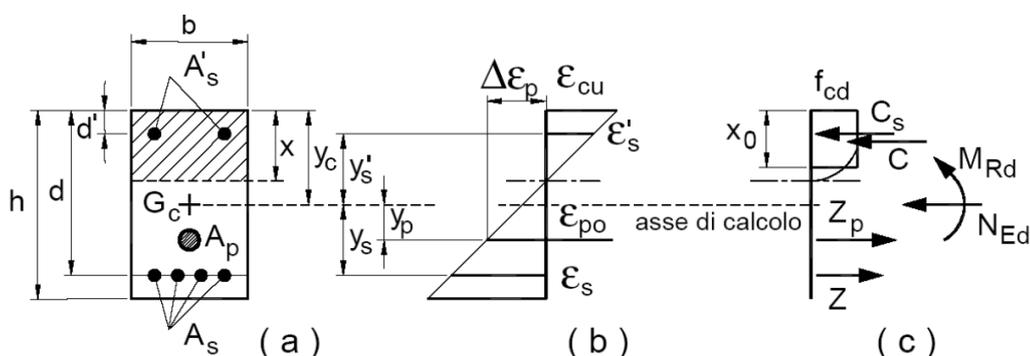
7.4.4 Verifiche allo SLU

7.4.4.1 Pressoflessione

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



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.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	32 di 166

7.4.4.2 Taglio

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

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

Dove:

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

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

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

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

Essendo:

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

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

$$1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$$

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

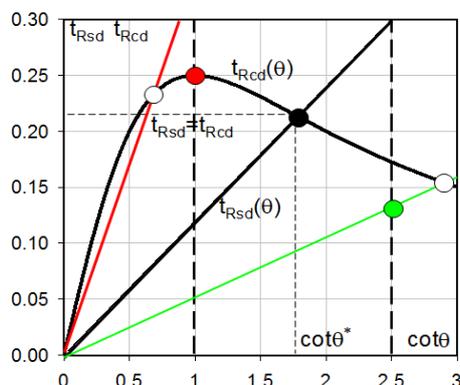
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud / Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 33 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------



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

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

ω_{sw} : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

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

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

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	34 di 166

7.5 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:

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

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'

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:

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	35 di 166

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

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

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

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

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: $s_q = 1$; $s_\gamma = 1$; $d_q = 1$; $d_\gamma = 1$;

$i_\gamma = 0$.

8. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Nell'ambito del presente paragrafo si riporta una descrizione delle caratteristiche dei Software utilizzati per l'effettuazione delle Analisi e Verifiche strutturali e geotecniche esposte nel presente documento.

Denominazione ed Estremi di Licenza del Software

Titolo	SCAT - Analisi Strutture Scatolari
Versione	10.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PROGIN S.P.A.
Licenza	AIU01054U

Tipo di analisi svolta

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	36 di 166

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfiango vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software impiegati ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Le stesse società produttrici hanno verificato l'affidabilità e la robustezza dei codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati sono contenuti in apposita documentazione fornita a corredo dell'acquisto del prodotto, che per brevità espositiva si omette di allegare al presente documento.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni esposte nel documento sono state inoltre sottoposte a controlli dal sottoscritto utente del software.

Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali, che per brevità espositiva si omette dall'allegare al presente documento.

Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	37 di 166

delle azioni.

In base a quanto sopra, Il Progettista dichiara pertanto che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, validando conseguentemente i risultati dei calcoli esposti nella presente

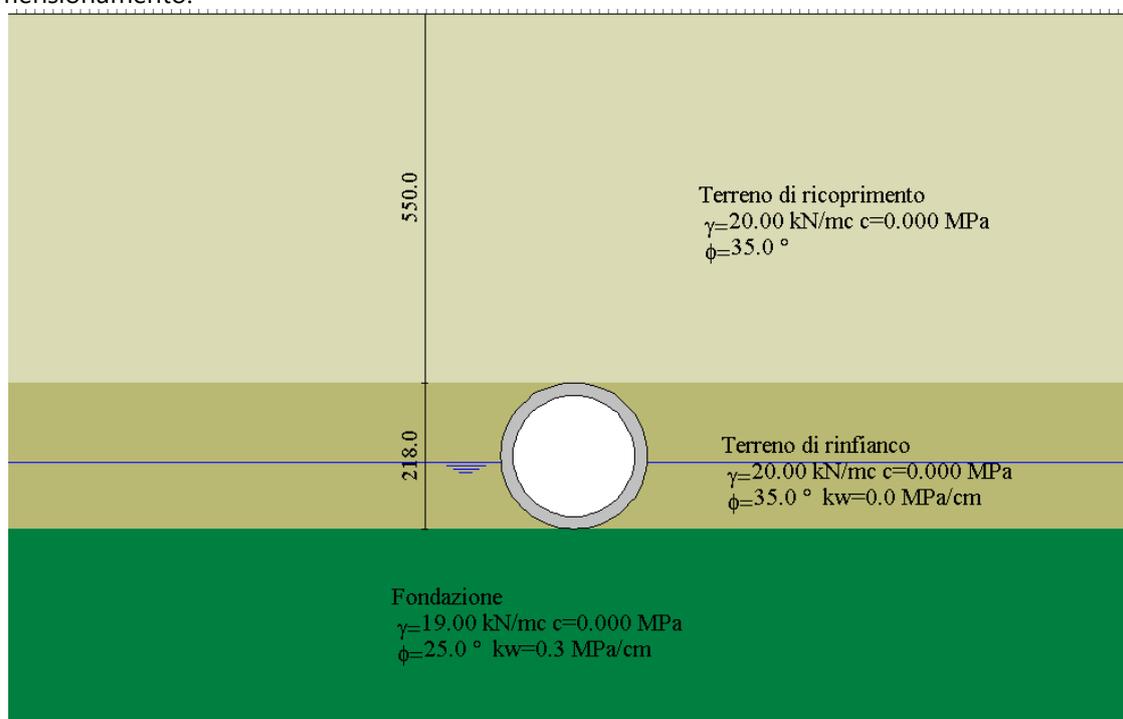
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	38 di 166

9. TOMBINO CIRCOLARE D1800_CASO 4A – RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.11 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

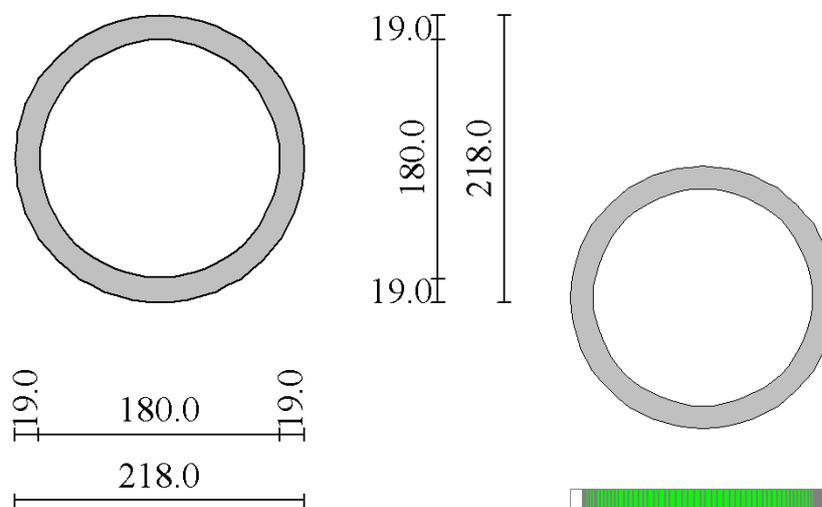
9.1 MODELLO DI CALCOLO

Di seguito di riporta una descrizione del modello geometrico/geotecnico considerato ai fini del dimensionamento:



Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 1/2

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	39 di 166



Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

Il terreno di fondazione viene schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura K . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali p .

Indicando con u il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u

$$u = K^{-1} p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

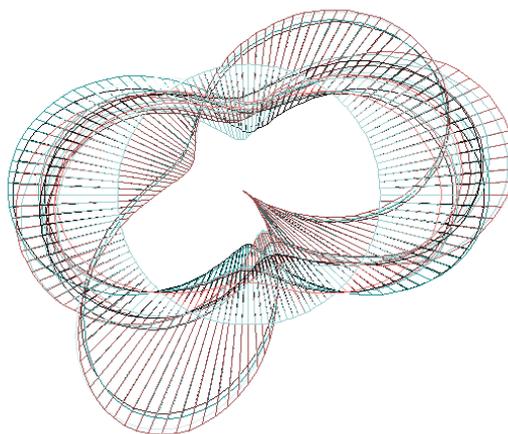
La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	40 di 166

9.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

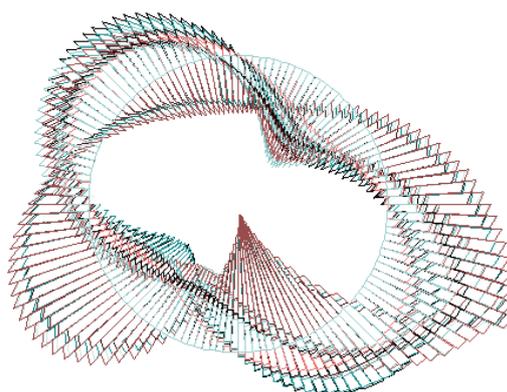
Si riportano, di seguito, i diagrammi di involuppo delle caratteristiche delle sollecitazioni di Flessione, Taglio e Sforzo Normale; le unità di misura dei grafici sono i KN e m:

————— 19.240 kNm



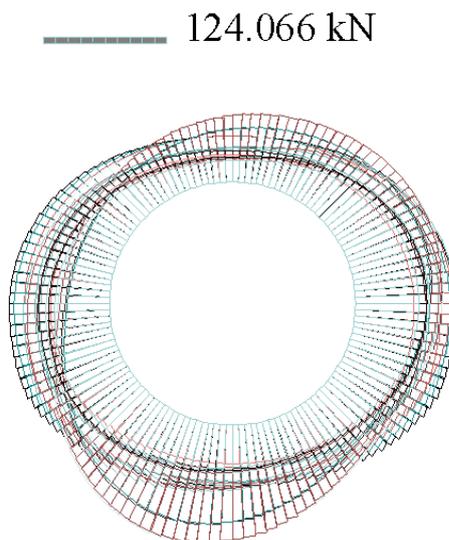
Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico

————— 49.704 kN



Inviluppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 41 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------



Inviluppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico

Non vengono riportati i diagrammi involuppo delle sollecitazioni allo SLE, in quanto il software restituisce unicamente i risultati delle verifiche per le relative combinazioni

9.3 ARMATURE DI PROGETTO

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative :

Elemento	Armatura a flessione	
	Af 1	Af 2
T-	1 ϕ 10/20	1 ϕ 10/20

Af1 : Armatura lato esterno (terreno)

Af2 : Armatura lato interno

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento ad un copri ferro di calcolo (asse armature) pari a 6cm

Si evidenzia inoltre che le sollecitazioni di progetto non hanno richiesto una specifica armatura a taglio, essendo già soddisfatte le verifiche condotte con previsti dal DM 14.01.08 per le delle strutture non armate a taglio; è stata comunque prevista un'armatura di collegamento trasversale 1 ϕ 6/40x40

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 42 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

9.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE

Il software esegue in automatico tutte le verifiche strutturali sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio. Per quanto riguarda il taglio il programma prevede sia la verifica per elementi non armati a taglio e sia quella per elementi dotati di apposita armatura a taglio, disponendo tuttavia ferri sagomati resistenti a taglio e non staffe o tiranti. Per questo motivo le verifiche a taglio vengono eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati ad hoc.

I criteri generali di verifica adottati dal Software, sono quelli esposti al paragrafo 7.4

Le verifiche esposte fanno riferimento alla sezione maggiormente sollecitata lungo l'intera circonferenza strutturali; come origine del riferimento si sceglie lo spigolo inferiore sinistro dello scatolare.

In virtù della particolare forma della sezione, il software suddivide la stessa in due elementi, ovvero l'elemento trasverso (semicirconferenza superiore) e l'elemento fondazione (semicirconferenza inferiore), per ciascuna dei quali sono state considerate 5 sezioni di verifica

9.4.1 Verifiche allo SLU

Si mostrano, nelle seguenti tabelle, le verifiche SLU nei confronti della pressoflessione. Si riportano per semplicità le verifiche più gravose per la struttura.

9.4.1.1 Verifiche a pressoflessione

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione $B = 100 \text{ cm}$

Altezza sezione $H = 19.00 \text{ cm}$

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.10	3.93	3.93	2.67
0.58	3.93	3.93	2.17
1.09	3.93	3.93	3.17
1.60	3.93	3.93	2.05
2.09	3.93	3.93	2.10

Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione $B = 100 \text{ cm}$

Altezza sezione $H = 19.00 \text{ cm}$

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.10	3.93	3.93	2.55
0.58	3.93	3.93	4.05

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 43 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

1.09	3.93	3.93	2.96
1.60	3.93	3.93	3.22
2.09	3.93	3.93	1.88

9.4.1.2 Verifiche a taglio

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Sezione	V_{Ed}	b	h	V_{Rd}^*	Verificato
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]
Fondazione	45	100	19	130	SI
Traversi	45	100	19	130	SI

* Taglio resistente elementi non armati

9.4.2 Verifiche allo SLE

Nel seguente paragrafo si riportano le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure e le verifiche delle alle tensioni per il calcestruzzo e per l'acciaio di armatura.

Simbologia adottata ed unità di misura

N° Indice sezione

X Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m

M Momento flettente, espresso in kNm

V Taglio, espresso in kN

N Sforzo normale, espresso in kN

A_{fi} Area armatura inferiore, espressa in cm²

A_{fs} Area armatura superiore, espressa in cm²

σ_{fi} Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in MPa

σ_{fs} Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in MPa

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espresse in MPa

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in MPa

A_{sw} Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm²

Simbologia adottata ed unità di misura

N° Indice sezione

X_i Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m

M_p Momento di prima fessurazione positivo, espresse in kNm

M_n Momento di prima fessurazione negativo, espresse in kNm

w_k Ampiezza fessure, espresse in mm

w_{lim} Apertura limite fessure, espresse in mm

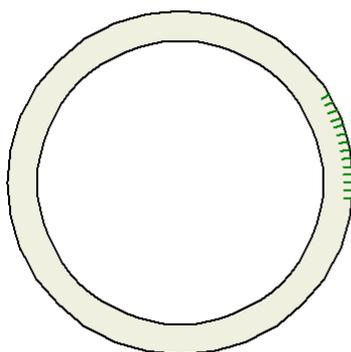
s Distanza media tra le fessure, espresse in mm

ϵ_{sm} Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 44 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

9.4.2.1 Verifiche a fessurazione

L'ampiezza delle fessure è sempre al di sotto dei limiti sopra descritti, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte. Nella seguente figura vengono riportati lo schema con indicazione delle zone della struttura ove si innesca il processo di fessurazione, ed a seguire i relativi valori di ampiezza delle fessure ricavati per la combinazione frequente e quasi permanente ::



Schema con indicazione delle zone fessurate

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	10.57	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	3.93	3.93	11.99	-11.99	-3.30	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.01	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	3.93	3.93	11.99	-11.99	-3.30	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	10.57	0.00	0.30	0.00	0.000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-10.57	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	3.93	3.93	11.99	-11.99	2.39	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	7.13	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	3.93	3.93	11.99	-11.99	2.39	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-10.57	0.00	0.30	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
----	---	-----------------	-----------------	----------------	----------------	---	---	------------------	----------------	-----------------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

 Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	45 di 166

1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	8.86	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	3.93	3.93	11.99	-11.99	-2.49	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-6.28	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	3.93	3.93	11.99	-11.99	-2.49	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	8.86	0.00	0.20	0.00	0.000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ϵ_{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.86	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	3.93	3.93	11.99	-11.99	1.59	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	5.45	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	3.93	3.93	11.99	-11.99	1.59	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.86	0.00	0.20	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ϵ_{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	9.59	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	3.93	3.93	11.99	-11.99	1.67	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-7.21	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.65	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	12.59	0.11	0.30	208.50	0.000030

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ϵ_{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-9.59	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	3.93	3.93	11.99	-11.99	5.16	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	7.75	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	3.93	3.93	11.99	-11.99	-0.08	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-12.59	0.14	0.30	268.98	0.000029

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ϵ_{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	8.58	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	3.93	3.93	11.99	-11.99	1.56	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-6.16	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	3.93	3.93	11.99	-11.99	-7.41	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	11.21	0.00	0.20	0.00	0.000000

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 46 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.58	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	3.93	3.93	11.99	-11.99	4.26	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	6.55	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	3.93	3.93	11.99	-11.99	-0.27	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-11.21	0.00	0.20	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 20 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	8.87	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	3.93	3.93	11.99	-11.99	1.53	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-6.24	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	3.93	3.93	11.99	-11.99	-7.44	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	11.50	0.00	0.30	0.00	0.000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 20 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.87	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	3.93	3.93	11.99	-11.99	3.64	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	5.88	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	3.93	3.93	11.99	-11.99	-0.89	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-11.50	0.00	0.30	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	8.58	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	3.93	3.93	11.99	-11.99	1.56	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-6.16	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	3.93	3.93	11.99	-11.99	-7.41	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	11.21	0.00	0.20	0.00	0.000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.58	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	3.93	3.93	11.99	-11.99	4.26	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	6.55	0.00	0.20	0.00	0.000000

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 47 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

4	1.60	3.93	3.93	11.99	-11.99	-0.27	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-11.21	0.00	0.20	0.00	0.000000

9.4.2.2 Verifica delle tensioni

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle verifiche allo SLE dei limiti tensionali di lavoro nel calcestruzzo e nelle barre di armatura.

Tali tensioni risultano sempre al di sotto dei limiti indicati dalla normativa, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte. Vengono riportate le verifiche più gravose.

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	11.44	74.64	3.93	3.93	7.33	128.29	4.59
2	0.58	-3.60	53.43	3.93	3.93	8.43	8.72	1.12
3	1.09	-8.66	45.43	3.93	3.93	111.94	11.11	3.59
4	1.60	-3.60	56.21	3.93	3.93	6.60	9.31	1.09
5	2.09	11.44	74.64	3.93	3.93	7.33	128.29	4.59

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-11.44	74.65	3.93	3.93	128.28	7.33	4.59
2	0.58	2.05	44.08	3.93	3.93	7.01	0.96	0.58
3	1.09	7.03	33.90	3.93	3.93	10.55	94.88	2.94
4	1.60	2.05	44.90	3.93	3.93	7.10	1.14	0.58
5	2.09	-11.44	74.65	3.93	3.93	128.28	7.33	4.59

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	10.22	63.46	3.93	3.93	8.13	118.85	4.13
2	0.58	1.69	58.49	3.93	3.93	8.04	3.86	0.55
3	1.09	-7.63	48.05	3.93	3.93	87.91	5.75	3.08

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 48 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

4	1.60	-9.09	49.74	3.93	3.93	114.79	10.63	3.75
5	2.09	13.35	74.05	3.93	3.93	15.07	167.09	5.49

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-10.22	63.15	3.93	3.93	119.25	8.28	4.13
2	0.58	4.85	32.46	3.93	3.93	2.72	53.35	1.94
3	1.09	7.48	25.14	3.93	3.93	17.06	116.13	3.23
4	1.60	-0.63	40.77	3.93	3.93	3.36	4.93	0.30
5	2.09	-13.35	74.55	3.93	3.93	166.42	14.81	5.48

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 19 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	11.05	61.31	3.93	3.93	12.49	138.41	4.54
2	0.58	1.54	55.39	3.93	3.93	7.55	3.72	0.52
3	1.09	-7.59	45.26	3.93	3.93	90.88	7.00	3.09
4	1.60	-8.78	47.07	3.93	3.93	112.17	10.76	3.63
5	2.09	14.06	71.44	3.93	3.93	19.23	184.85	5.84

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 19 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-11.05	61.09	3.93	3.93	138.70	12.60	4.55
2	0.58	2.09	32.81	3.93	3.93	5.44	3.76	0.63
3	1.09	4.41	25.95	3.93	3.93	4.25	53.33	1.80
4	1.60	-3.15	40.72	3.93	3.93	12.19	6.08	1.04
5	2.09	-14.06	72.00	3.93	3.93	184.09	18.94	5.84

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 49 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

9.5 VERIFICHE GEOTECNICHE

La verifica a carico limite è stata eseguita in automatico dal software di calcolo attraverso l'utilizzo di della formula di Meyerhof, come già specificato in precedenza; nel seguito si riportano i risultati ottenuti per il caso in esame:

Simbologia adottata

IC Indice della combinazione

N_c, N_q, N_g Fattori di capacità portante

N_c, N_q, N_g Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.

q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [MPa]

Q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m

Q_y Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m

FS Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N_c	N_q	N_y	N'_c	N'_q	N'_y	q_u	Q_u	Q_y	FS
1	20.72	10.66	6.77	53.01	18.34	11.64	2.784	6069.88	221.65	27.39
2	15.27	6.70	3.11	36.34	11.01	5.11	1.651	3599.00	187.12	19.23
3	20.72	10.66	6.77	31.63	12.00	2.27	1.368	2981.16	205.87	14.48
4	15.27	6.70	3.11	20.91	6.86	0.24	0.728	1587.14	173.67	9.14
5	20.72	10.66	6.77	53.01	18.34	11.64	2.784	6069.88	211.38	28.72
6	15.27	6.70	3.11	36.34	11.01	5.11	1.651	3599.00	178.37	20.18
7	20.72	10.66	6.77	31.71	12.03	2.31	1.376	2999.23	199.54	15.03
8	15.27	6.70	3.11	20.98	6.88	0.25	0.734	1599.14	168.29	9.50
9	20.72	10.66	6.77	17.35	6.58	1.14	0.333	725.39	138.00	5.26
10	20.72	10.66	6.77	16.34	6.20	1.66	0.276	601.99	129.51	4.65
11	15.27	6.70	3.11	12.41	4.07	1.72	0.216	470.06	156.37	3.01
12	15.27	6.70	3.11	11.78	3.86	2.15	0.185	403.49	147.88	2.73

Verifiche Geotecniche

10. TOMBINO CIRCOLARE D1800_CASO 4B – RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.11 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

10.1 MODELLO DI CALCOLO

Di seguito di riporta una descrizione del modello geometrico/geotecnico considerato ai fini del dimensionamento:

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

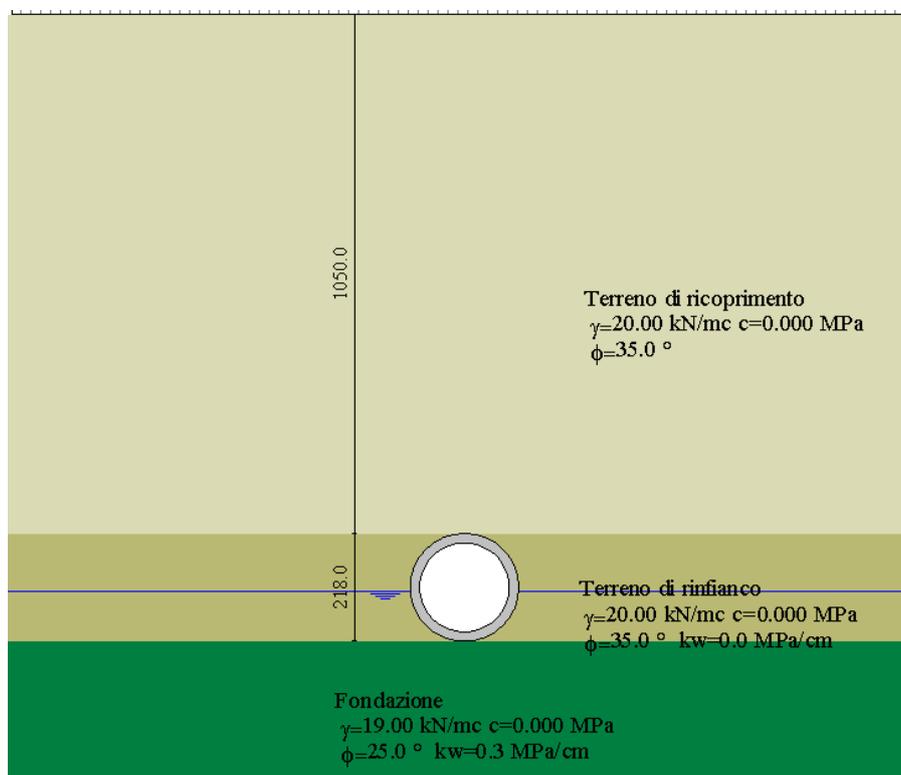
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud / Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI

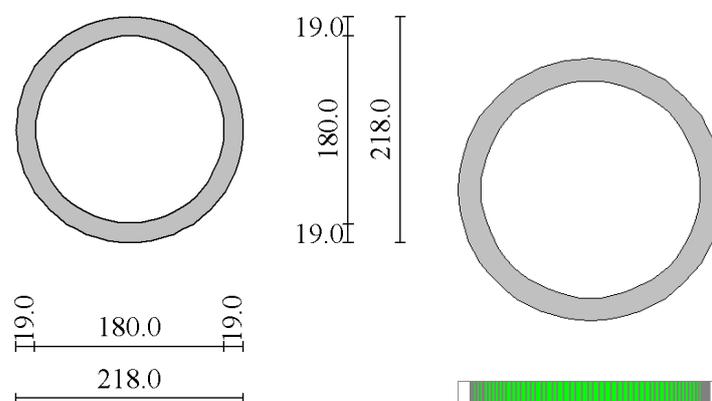
Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	50 di 166



Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 1/2



Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

Il terreno di fondazione viene schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	51 di 166

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura K . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali p .

Indicando con u il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u

$$u = K^{-1} p$$

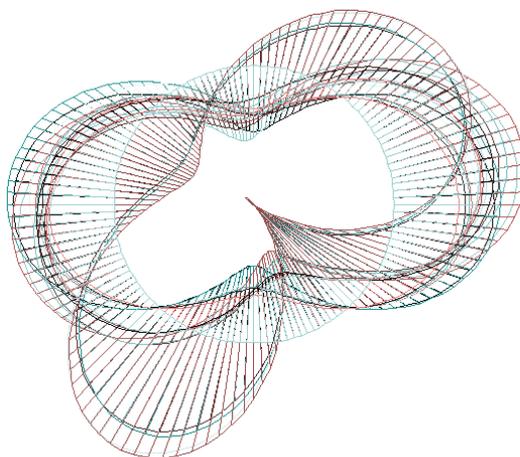
Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

10.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

Si riportano, di seguito, i diagrammi di involuppo delle caratteristiche delle sollecitazioni di Flessione, Taglio e Sforzo Normale; le unità di misura dei grafici sono i KN e m:

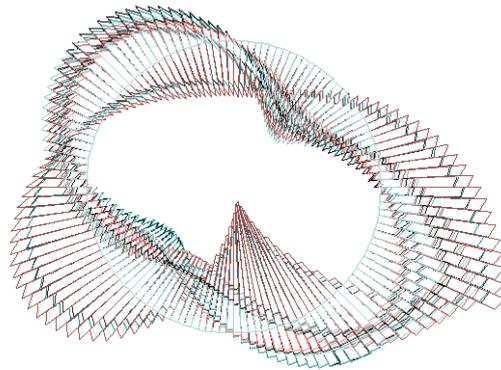
_____ 22.022 kNm



Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico

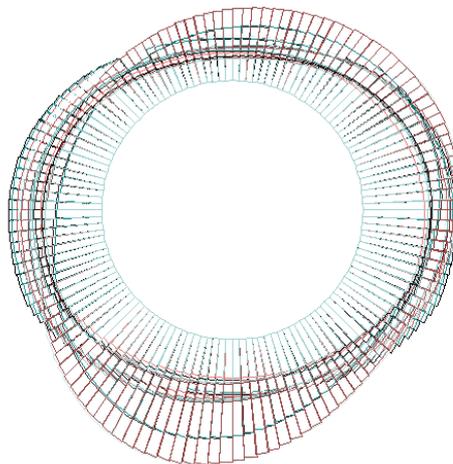
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	52 di 166

————— 59.444 kN



Inviluppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico

————— 146.761 kN



Inviluppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico

Non vengono riportati i diagrammi inviluppo delle sollecitazioni allo SLE, in quanto il software restituisce unicamente i risultati delle verifiche per le relative combinazioni

10.3 ARMATURE DI PROGETTO

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative :

Elemento	Armatura a flessione	
	Af 1	Af 2
T-	1 ϕ 12/20	1 ϕ 12/20

Af1 : Armatura lato esterno (terreno)

Af2 : Armatura lato interno

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento ad un copri ferro di calcolo (asse armature) pari a 6cm

Si evidenzia inoltre che le sollecitazioni di progetto non hanno richiesto una specifica armatura a taglio, essendo già soddisfatte le verifiche condotte con previsti dal DM 14.01.08 per le delle strutture non armate a taglio; è stata comunque prevista un'armatura di collegamento trasversale 1 ϕ 6/40x40

10.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE

Il software esegue in automatico tutte le verifiche strutturali sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio. Per quanto riguarda il taglio il programma prevede sia la verifica per elementi non armati a taglio e sia quella per elementi dotati di apposita armatura a taglio, disponendo tuttavia ferri sagomati resistenti a taglio e non staffe o tiranti. Per questo motivo le verifiche a taglio vengono eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati ad hoc.

I criteri generali di verifica adottati dal Software, sono quelli esposti al paragrafo 7.4

Le verifiche esposte fanno riferimento alla sezione maggiormente sollecitata lungo l'intera circonferenza strutturali; come origine del riferimento si sceglie lo spigolo inferiore sinistro dello scatolare.

In virtù della particolare forma della sezione, il software suddivide la stessa in due elementi, ovvero l'elemento traverso (semicirconferenza superiore) e l'elemento fondazione (semicirconferenza inferiore), per ciascuna dei quali sono state considerate 5 sezioni di verifica

10.4.1 Verifiche allo SLU

Si mostrano, nelle seguenti tabelle, le verifiche SLU nei confronti della pressoflessione. Si riportano per semplicità le verifiche più gravose per la struttura.

10.4.1.1 Verifiche a pressoflessione

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	54 di 166

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 19.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.10	5.65	5.65	3.18
0.58	5.65	5.65	2.43
1.09	5.65	5.65	3.67
1.60	5.65	5.65	2.21
2.09	5.65	5.65	2.53

Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 19.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.10	5.65	5.65	3.04
0.58	5.65	5.65	4.93
1.09	5.65	5.65	3.67
1.60	5.65	5.65	3.65
2.09	5.65	5.65	2.30

10.4.1.2 Verifiche a taglio

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Sezione	V _{Ed}	b	h	V _{Rd} *	Verificato
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]
Fondazione	50	100	19	130	SI
Traversi	50	100	19	130	SI

* Taglio resistente elementi non armati

10.4.2 Verifiche allo SLE

Nel seguente paragrafo si riportano le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure e le verifiche delle alle tensioni per il calcestruzzo e per l'acciaio di armatura.

Simbologia adottata ed unità di misura

N° *Indice sezione*

X *Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m*

M *Momento flettente, espresso in kNm*

V *Taglio, espresso in kN*

N *Sforzo normale, espresso in kN*

A_{fi} *Area armatura inferiore, espressa in cmq*

A_{fs} *Area armatura superiore, espressa in cmq*

σ_{fi} *Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in MPa*

σ_{fs} *Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in MPa*

σ_c *Tensione nel calcestruzzo, espresse in MPa*

τ_c *Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in MPa*

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 55 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

A_{sw} Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

Simbologia adottata ed unità di misura

N° Indice sezione

X_i Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m

M_p Momento di prima fessurazione positivo, espresse in kNm

M_n Momento di prima fessurazione negativo, espresse in kNm

w_k Ampiezza fessure, espresse in mm

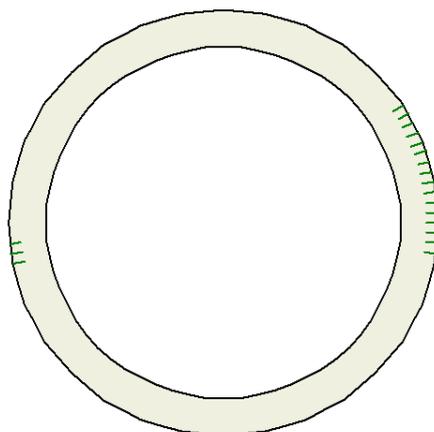
w_{lim} Apertura limite fessure, espresse in mm

s Distanza media tra le fessure, espresse in mm

ε_{sm} Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

10.4.2.1 Verifiche a fessurazione

L'ampiezza delle fessure è sempre al di sotto dei limiti sopra descritti, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte. Nella seguente figura vengono riportati lo schema con indicazione delle zone della struttura ove si innesca il processo di fessurazione, ed a seguire i relativi valori di ampiezza delle fessure ricavati per la combinazione frequente e quasi permanente :



Schema con indicazione delle zone fessurate

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ε_{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	11.18	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	-3.59	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-8.62	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-3.59	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	11.18	0.00	0.30	0.00	0.000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	56 di 166

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-11.18	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	2.68	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	7.73	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	2.68	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-11.18	0.00	0.30	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	10.19	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	-3.12	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-7.62	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-3.12	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	10.19	0.00	0.20	0.00	0.000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-10.19	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	2.22	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	6.76	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	2.22	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-10.19	0.00	0.20	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	10.36	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	1.44	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-7.99	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-9.20	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	13.45	0.08	0.30	200.23	0.000023

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-10.36	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	5.63	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	8.55	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	0.21	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-13.45	0.10	0.30	250.63	0.000023

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	9.87	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	1.47	0.00	0.20	0.00	0.000000

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	57 di 166

3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-7.50	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-8.71	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	12.84	0.08	0.20	200.23	0.000022

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-9.87	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	5.25	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	8.01	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	0.08	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-12.84	0.10	0.20	250.63	0.000022

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 20 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	10.17	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	1.45	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-7.57	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-8.74	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	13.13	0.08	0.30	200.23	0.000023

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 20 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-10.17	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	4.64	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	7.34	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-0.53	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-13.13	0.10	0.30	250.63	0.000023

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	9.87	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	1.47	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-7.50	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-8.71	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	12.84	0.08	0.20	200.23	0.000022

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-9.87	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	5.25	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	8.01	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	0.08	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-12.84	0.10	0.20	250.63	0.000022

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 58 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

10.4.2.2 Verifica delle tensioni

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle verifiche allo SLE dei limiti tensionali di lavoro nel calcestruzzo e nelle barre di armatura.

Tali tensioni risultano sempre al di sotto dei limiti indicati dalla normativa, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte. Vengono riportate le verifiche più gravose.

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	11.80	77.07	5.65	5.65	2.53	98.94	4.26
2	0.58	-3.78	54.91	5.65	5.65	8.36	8.97	1.13
3	1.09	-9.03	46.55	5.65	5.65	87.12	2.36	3.35
4	1.60	-3.78	57.77	5.65	5.65	6.79	9.49	1.12
5	2.09	11.80	77.07	5.65	5.65	2.53	98.94	4.26

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A _{sw}
1	0.10	-2.08	-0.019	0.00
2	0.58	-17.58	-0.159	0.00
3	1.09	1.08	0.010	0.00
4	1.60	18.16	0.164	0.00
5	2.09	2.08	0.019	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-11.80	77.08	5.65	5.65	98.93	2.54	4.26
2	0.58	2.22	45.45	5.65	5.65	7.14	0.32	0.62
3	1.09	7.39	34.91	5.65	5.65	3.07	74.26	2.76
4	1.60	2.22	46.29	5.65	5.65	7.24	0.53	0.62
5	2.09	-11.80	77.08	5.65	5.65	98.93	2.54	4.26

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A _{sw}
1	0.10	1.71	0.015	0.00
2	0.58	18.36	0.166	0.00

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	59 di 166

3	1.09	0.86	0.008	0.00
4	1.60	-16.11	-0.146	0.00
5	2.09	-1.71	-0.015	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-10.19	68.31	5.65	5.65	83.88	2.77	3.67
2	0.58	2.22	40.20	5.65	5.65	6.51	1.24	0.63
3	1.09	6.76	30.90	5.65	5.65	3.18	68.94	2.53
4	1.60	2.22	40.94	5.65	5.65	6.61	0.99	0.62
5	2.09	-10.19	68.31	5.65	5.65	83.88	2.77	3.67

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	10.81	67.38	5.65	5.65	1.22	93.57	3.93
2	0.58	1.41	60.83	5.65	5.65	7.70	4.25	0.51
3	1.09	-8.24	49.80	5.65	5.65	72.70	0.41	3.00
4	1.60	-9.39	52.22	5.65	5.65	87.02	1.11	3.45
5	2.09	13.94	77.99	5.65	5.65	1.51	128.92	5.13

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-10.81	67.07	5.65	5.65	93.85	1.12	3.93
2	0.58	5.14	34.64	5.65	5.65	1.47	42.06	1.85
3	1.09	8.07	26.75	5.65	5.65	7.52	91.94	3.09
4	1.60	-0.36	43.02	5.65	5.65	3.79	4.66	0.26
5	2.09	-13.94	78.49	5.65	5.65	128.46	1.33	5.13

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 60 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 19 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	11.82	66.31	5.65	5.65	1.21	109.11	4.35
2	0.58	1.31	58.72	5.65	5.65	7.38	4.16	0.48
3	1.09	-8.38	47.72	5.65	5.65	76.69	0.61	3.08
4	1.60	-9.33	50.28	5.65	5.65	87.97	1.67	3.44
5	2.09	14.91	76.77	5.65	5.65	3.95	144.05	5.53

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 19 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-11.82	66.09	5.65	5.65	109.32	1.29	4.35
2	0.58	2.56	35.45	5.65	5.65	5.73	6.68	0.78
3	1.09	5.22	27.88	5.65	5.65	1.02	49.46	1.93
4	1.60	-2.85	43.66	5.65	5.65	5.14	7.17	0.84
5	2.09	-14.91	77.34	5.65	5.65	143.52	3.75	5.53

10.5 VERIFICHE GEOTECNICHE

La verifica a carico limite è stata eseguita in automatico dal software di calcolo attraverso l'utilizzo di della formula di Meyerhof, come già specificato in precedenza; nel seguito si riportano i risultati ottenuti per il caso in esame:

Simbologia adottata
IC Indice della combinazione

N_c, N_q, N_γ Fattori di capacità portante

N_c, N_q, N_γ Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.

q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [MPa]

Q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m

Q_γ Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m

FS Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N _c	N _q	N _γ	N' _c	N' _q	N' _γ	q _u	Q _u	Q _γ	FS
1	20.72	10.66	6.77	71.14	22.59	14.33	5.689	12401.19	228.22	54.34
2	15.27	6.70	3.11	48.26	13.42	6.24	3.355	7313.76	204.05	35.84
3	20.72	10.66	6.77	43.12	15.02	3.10	2.918	6362.01	216.48	29.39
4	15.27	6.70	3.11	28.34	8.54	0.40	1.558	3395.96	194.06	17.50
5	20.72	10.66	6.77	71.14	22.59	14.33	5.689	12401.19	222.30	55.79
6	15.27	6.70	3.11	48.26	13.42	6.24	3.355	7313.76	199.01	36.75
7	20.72	10.66	6.77	43.11	15.02	3.09	2.918	6360.19	213.50	29.79
8	15.27	6.70	3.11	28.33	8.53	0.40	1.557	3395.06	191.51	17.73
9	20.72	10.66	6.77	23.60	8.22	1.28	0.717	1564.10	155.75	10.04
10	20.72	10.66	6.77	22.40	7.80	1.81	0.611	1332.65	147.27	9.05
11	15.27	6.70	3.11	16.77	5.05	1.93	0.462	1006.08	188.13	5.35



QUADRILATERO

Marche Umbria S.p.A.

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	61 di 166

12 15.27 6.70 3.11 16.08 4.84 2.34 0.408 889.78 179.64 4.95

Verifiche Geotecniche

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	62 di 166

ALLEGATO 1

TABULATI DI CALCOLO CASO 4A

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	63 di 166

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare circolare		
Diametro esterno verticale	2.18	[m]	
Diametro esterno orizzontale	2.18	[m]	
Spessore	0.19	[m]	

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento		
Spessore dello strato	5.50	[m]	
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]	
Peso di volume saturo	21.0000	[kN/mc]	
Angolo di attrito	35.00	[°]	
Coesione	0.000	[MPa]	

Strato di rinfiango

Descrizione	Terreno di rinfiango		
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]	
Peso di volume saturo	21.0000	[kN/mc]	
Angolo di attrito	35.00	[°]	
Angolo di attrito terreno struttura	0.00	[°]	
Coesione	0.000	[MPa]	
Costante di Winkler	0.000	[MPa/cm]	

Strato di base

Descrizione	Fondazione		
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]	
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]	
Angolo di attrito	25.00	[°]	
Angolo di attrito terreno struttura	10.00	[°]	
Coesione	0.000	[MPa]	
Costante di Winkler	0.350	[MPa/cm]	
Tensione limite	0.500	[MPa]	

Falda

Quota falda (rispetto al piano di posa)	1.00	[m]
---	------	-----

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R_{ck} calcestruzzo	37.000	[MPa]
Peso specifico calcestruzzo	25.0000	[kN/mc]
Modulo elastico E	32532.520	[MPa]
Tensione di snervamento acciaio	450.000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	21.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 64 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (esprese in m) positive verso destra

Ordinate Y (esprese in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F_y	componente Y del carico concentrato
F_x	componente X del carico concentrato
M	momento

Forze distribuite

X_i, X_f	ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
Y_i, Y_f	ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
V_{ni}	componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{nf}	componente normale del carico distribuito nel punto finale
V_{ti}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{tf}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
D_{te}	variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
D_{ti}	variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n°6 (Spinta falda)

Condizione di carico n°7 (Ritiro)

Term	Traverso	$D_{te} = -10.00$	$D_{ti} = -10.00$
------	----------	-------------------	-------------------

Condizione di carico n°8 (Termica)

Term	Traverso	$D_{te} = -2.50$	$D_{ti} = 2.50$
------	----------	------------------	-----------------

Condizione di carico n°9 (QFERR CEN)

Distr	Terreno	$X_i = 0.29$	$X_f = 1.89$	$V_{ni} = 31.00$	$V_{nf} = 31.00$
Distr	Terreno	$X_i = -8.00$	$X_f = 0.29$	$V_{ni} = 9.00$	$V_{nf} = 9.00$
Distr	Terreno	$X_i = 1.89$	$X_f = 12.89$	$V_{ni} = 9.00$	$V_{nf} = 9.00$

Condizione di carico n°10 (QFERR LAT)

Distr	Terreno	$X_i = -8.00$	$X_f = -1.60$	$V_{ni} = 9.00$	$V_{nf} = 9.00$
Distr	Terreno	$X_i = -1.60$	$X_f = 0.00$	$V_{ni} = 31.00$	$V_{nf} = 31.00$

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

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

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 65 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

α_c coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}

$$fcd' = 0.5 * fcd$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) 0.60 f_{ck}

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) 0.45 f_{ck}

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) 0.80 f_{yk}

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure $w_1=0.20$ $w_2=0.30$ $w_3=0.40$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 1

Copriferro sezioni 6.00 [cm]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2008

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Q2fav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Q2sfav}	1.35	1.15
Termici	Favorevole	$\gamma_{e,fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{e,sfav}$	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	66 di 166

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00
Termici	Favorevole	$\gamma_{e,fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{e,sfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta falda	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
Termica	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
QFERR CEN	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR CEN	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	0.50	0.68
Spinta falda	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
Termica	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
QFERR LAT	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 67 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR LAT	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta falda	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
Termica	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
QFERR CEN	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01

Combinazione n° 6 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
QFERR CEN	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86

Combinazione n° 7 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	0.50	0.68
Spinta falda	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
Termica	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
QFERR LAT	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01

Combinazione n° 8 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
QFERR LAT	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86

Combinazione n° 9 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
--	----------------	----------	--------	----------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	68 di 166

Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR CEN	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
QFERR CEN	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 15 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	69 di 166

Combinazione n° 16 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR LAT	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
QFERR LAT	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 18 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 19 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
QFERR LAT	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 20 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 21 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	70 di 166

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (espresse in m) positive verso destra

Y ordinate (espresse in m) positive verso l'alto

M momento espresso in kNm

V taglio espresso in kN

SN sforzo normale espresso in kN

ux spostamento direzione X espresso in cm

uy spostamento direzione Y espresso in cm

σ pressione sul terreno espressa in MPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Teoria di Terzaghi

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

La permeabilità influenza il calcolo della spinta sismica. Terreno a **Bassa permeabilità**

Metodo di calcolo della portanza

Meyerhof

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]
a Riposo [combinazione 2]
a Riposo [combinazione 3]
a Riposo [combinazione 4]
a Riposo [combinazione 5]
a Riposo [combinazione 6]
a Riposo [combinazione 7]
a Riposo [combinazione 8]
a Riposo [combinazione 9]
a Riposo [combinazione 10]
a Riposo [combinazione 11]
a Riposo [combinazione 12]
a Riposo [combinazione 13]
a Riposo [combinazione 14]
a Riposo [combinazione 15]
a Riposo [combinazione 16]
a Riposo [combinazione 17]
a Riposo [combinazione 18]
a Riposo [combinazione 19]
a Riposo [combinazione 20]
a Riposo [combinazione 21]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine

43.336136

Longitudine

12.904696

Comune

Fabriano

Provincia

Ancona

Regione

Marche

Punti di interpolazione del reticolo

22080 - 22081 - 21859 - 21858

Tipo di opera

Tipo di costruzione

Opera ordinaria

Vita nominale

50 anni

Classe d'uso

III - Affollamenti significativi e industrie non

pericolose

Vita di riferimento

75 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$

2.02 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.39

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	71 di 166

Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 28.58$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 14.29$
Combinazioni SLE	
Accelerazione al suolo $a_g =$	0.00 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood
Angolo diffusione sovraccarico	35.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.426	0.000
2	0.511	0.000
3	0.426	0.000
4	0.511	0.000
5	0.426	0.000
6	0.511	0.000
7	0.426	0.000
8	0.511	0.000
9	0.426	0.843
10	0.426	0.843
11	0.511	0.915
12	0.511	0.915
13	0.426	0.000
14	0.426	0.000
15	0.426	0.000
16	0.426	0.000
17	0.426	0.000
18	0.426	0.000
19	0.426	0.000
20	0.426	0.000
21	0.426	0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	64
Numero elementi trasverso	64
Numero molle fondazione	65

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 70.5954 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	-11.85	70.5954
-11.85	-3.56	76.8936
-3.56	-1.96	84.0919
-1.96	4.14	91.2380
4.14	5.74	84.9398
5.74	16.74	77.7415
16.74	26.74	70.5954

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	72 di 166

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 38.9060 [kPa] Pressione inf. 58.9355 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 38.9060 [kPa] Pressione inf. 58.9355 [kPa]

Falda

Spinta 6.62[kN]

Sottospinta 13.24[kPa]

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.5234 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	-11.85	61.5234
-11.85	-3.56	66.8886
-3.56	-1.96	73.0204
-1.96	4.14	79.1079
4.14	5.74	73.7427
5.74	16.74	67.6109
16.74	26.74	61.5234

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 40.4468 [kPa] Pressione inf. 58.2361 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 40.4468 [kPa] Pressione inf. 58.2361 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 70.5954 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	-11.85	70.5954
-11.85	-5.45	76.1094
-5.45	2.25	83.3076
2.25	3.85	77.7936
3.85	26.74	70.5954

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 35.5243 [kPa] Pressione inf. 55.5538 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 16.6672 [kPa] Pressione inf. 26.6820 [kPa]

Falda

Spinta 6.62[kN]

Sottospinta 13.24[kPa]

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.5234 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	-11.85	61.5234
-11.85	-5.45	66.2205
-5.45	2.25	72.3524
2.25	3.85	67.6553
3.85	26.74	61.5234

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	73 di 166

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 36.9928 [kPa] Pressione inf. 54.7821 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 17.3781 [kPa] Pressione inf. 26.2727 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 70.5954 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	-11.85	70.5954
-11.85	-3.56	75.3191
-3.56	-1.96	80.7177
-1.96	4.14	86.0774
4.14	5.74	81.3537
5.74	16.74	75.9550
16.74	26.74	70.5954

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 36.7054 [kPa] Pressione inf. 56.7349 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 36.7054 [kPa] Pressione inf. 56.7349 [kPa]

Falda

Spinta 6.62[kN]

Sottospinta 13.24[kPa]

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.5234 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	-11.85	61.5234
-11.85	-3.56	65.5473
-3.56	-1.96	70.1462
-1.96	4.14	74.7118
4.14	5.74	70.6879
5.74	16.74	66.0890
16.74	26.74	61.5234

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 38.1991 [kPa] Pressione inf. 55.9884 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 38.1991 [kPa] Pressione inf. 55.9884 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 70.5954 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	-11.85	70.5954
-11.85	-5.45	74.7309
-5.45	2.25	80.1295

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	74 di 166

2.25	3.85	75.9940
3.85	26.74	70.5954

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 34.1691 [kPa] Pressione inf. 54.1986 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 16.2634 [kPa] Pressione inf. 26.2781 [kPa]

Falda

Spinta 6.62[kN]

Sottospinta 13.24[kPa]

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.5234 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	-11.85	61.5234
-11.85	-5.45	65.0463
-5.45	2.25	69.6451
2.25	3.85	66.1223
3.85	26.74	61.5234

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 35.6086 [kPa] Pressione inf. 53.3979 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 16.9656 [kPa] Pressione inf. 25.8602 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 52.2929 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	26.74	52.2929

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 22.2989 [kPa] Pressione inf. 37.1355 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 22.2989 [kPa] Pressione inf. 37.1355 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 41.1961 [kPa] Pressione inf. 41.1961 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 52.2929 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	26.74	52.2929

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 22.2989 [kPa] Pressione inf. 37.1355 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 22.2989 [kPa] Pressione inf. 37.1355 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	75 di 166

Piedritto sinistro Pressione sup. 41.1961 [kPa] Pressione inf. 41.1961 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.5234 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	26.74	61.5234

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 31.4561 [kPa] Pressione inf. 49.2454 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 31.4561 [kPa] Pressione inf. 49.2454 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 46.4721 [kPa] Pressione inf. 46.4721 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.5234 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	26.74	61.5234

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 31.4561 [kPa] Pressione inf. 49.2454 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 31.4561 [kPa] Pressione inf. 49.2454 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 46.4721 [kPa] Pressione inf. 46.4721 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 52.2929 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	-11.85	52.2929
-11.85	-3.56	56.9582
-3.56	-1.96	62.2903
-1.96	4.14	67.5837
4.14	5.74	62.9184
5.74	16.74	57.5863
16.74	26.74	52.2929

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 28.8193 [kPa] Pressione inf. 43.6559 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 28.8193 [kPa] Pressione inf. 43.6559 [kPa]

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	76 di 166

Falda

Spinta	4.90[kN]
Sottospinta	9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 52.2929 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	-11.85	52.2929
-11.85	-3.56	55.7919
-3.56	-1.96	59.7909
-1.96	4.14	63.7610
4.14	5.74	60.2620
5.74	16.74	56.2630
16.74	26.74	52.2929

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 27.1892 [kPa]	Pressione inf. 42.0258 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 27.1892 [kPa]	Pressione inf. 42.0258 [kPa]

Falda

Spinta	4.90[kN]
Sottospinta	9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 52.2929 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	26.74	52.2929

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 22.2989 [kPa]	Pressione inf. 37.1355 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 22.2989 [kPa]	Pressione inf. 37.1355 [kPa]

Falda

Spinta	4.90[kN]
Sottospinta	9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 16

Pressione in calotta(solo peso terreno) 52.2929 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	-11.85	52.2929
-11.85	-5.45	56.3773
-5.45	2.25	61.7093
2.25	3.85	57.6249
3.85	26.74	52.2929

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 26.3143 [kPa]	Pressione inf. 41.1510 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 12.3461 [kPa]	Pressione inf. 19.7644 [kPa]

Falda

Spinta	4.90[kN]
Sottospinta	9.81[kPa]

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	77 di 166

Analisi della combinazione n° 17

Pressione in calotta(solo peso terreno) 52.2929 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	-11.85	52.2929
-11.85	-5.45	55.3562
-5.45	2.25	59.3552
2.25	3.85	56.2919
3.85	26.74	52.2929

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 25.3105 [kPa] Pressione inf. 40.1471 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 12.0469 [kPa] Pressione inf. 19.4653 [kPa]

Falda

Spinta	4.90[kN]
Sottospinta	9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 18

Pressione in calotta(solo peso terreno) 52.2929 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	26.74	52.2929

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 22.2989 [kPa] Pressione inf. 37.1355 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 11.1495 [kPa] Pressione inf. 18.5678 [kPa]

Falda

Spinta	4.90[kN]
Sottospinta	9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 19

Pressione in calotta(solo peso terreno) 52.2929 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-21.85	-11.85	52.2929
-11.85	-5.45	55.3562
-5.45	2.25	59.3552
2.25	3.85	56.2919
3.85	26.74	52.2929

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 25.3105 [kPa] Pressione inf. 40.1471 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 12.0469 [kPa] Pressione inf. 19.4653 [kPa]

Falda

Spinta	4.90[kN]
Sottospinta	9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 20

Pressione in calotta(solo peso terreno) 52.2929 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
----	----	--------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 79 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

1.09	0.553	0.379
2.09	0.382	0.512

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.362	0.102
1.09	0.180	0.268
2.09	0.383	0.461

Spostamenti traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.362	0.102
1.09	0.561	0.316
2.09	0.383	0.461

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	-0.014	0.345
1.09	0.000	0.325
2.09	0.014	0.345

Spostamenti traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	-0.014	0.345
1.09	0.000	0.385
2.09	0.014	0.345

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	-0.009	0.289
1.09	0.000	0.275
2.09	0.009	0.289

Spostamenti traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	-0.009	0.289
1.09	0.000	0.320
2.09	0.009	0.289

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.338	0.157
1.09	0.171	0.307
2.09	0.366	0.495

Spostamenti traverso (Combinazione n° 7)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.338	0.157
1.09	0.530	0.367
2.09	0.366	0.495

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.348	0.101
1.09	0.173	0.259
2.09	0.367	0.445

Spostamenti traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.348	0.101
1.09	0.538	0.306
2.09	0.367	0.445

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 80 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.768	-0.224
1.09	0.317	0.199
2.09	0.749	0.607

Spostamenti traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.768	-0.224
1.09	1.194	0.207
2.09	0.749	0.607

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.788	-0.273
1.09	0.310	0.176
2.09	0.766	0.608

Spostamenti traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.788	-0.273
1.09	1.237	0.181
2.09	0.766	0.608

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.856	-0.240
1.09	0.356	0.229
2.09	0.832	0.678

Spostamenti traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.856	-0.240
1.09	1.325	0.231
2.09	0.832	0.678

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.875	-0.287
1.09	0.350	0.206
2.09	0.847	0.677

Spostamenti traverso (Combinazione n° 12)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.875	-0.287
1.09	1.365	0.207
2.09	0.847	0.677

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	-0.010	0.267
1.09	0.000	0.252
2.09	0.010	0.267

Spostamenti traverso (Combinazione n° 13)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	-0.010	0.267
1.09	0.000	0.301
2.09	0.010	0.267

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 14)

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 81 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	-0.009	0.255
1.09	0.000	0.241
2.09	0.009	0.255

Spostamenti traverso (Combinazione n° 14)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	-0.009	0.255
1.09	0.000	0.287
2.09	0.009	0.255

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	-0.006	0.217
1.09	0.000	0.206
2.09	0.006	0.217

Spostamenti traverso (Combinazione n° 15)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	-0.006	0.217
1.09	0.000	0.246
2.09	0.006	0.217

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.261	0.118
1.09	0.132	0.234
2.09	0.282	0.379

Spostamenti traverso (Combinazione n° 16)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.261	0.118
1.09	0.410	0.282
2.09	0.282	0.379

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 17)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.251	0.116
1.09	0.127	0.227
2.09	0.271	0.366

Spostamenti traverso (Combinazione n° 17)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.251	0.116
1.09	0.393	0.274
2.09	0.271	0.366

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 18)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.221	0.109
1.09	0.112	0.206
2.09	0.236	0.326

Spostamenti traverso (Combinazione n° 18)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.221	0.109
1.09	0.343	0.248
2.09	0.236	0.326

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 19)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.251	0.116

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	82 di 166

1.09	0.127	0.227
2.09	0.271	0.366

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 19)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.251	0.116
1.09	0.393	0.273
2.09	0.271	0.366

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 20)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.221	0.109
1.09	0.112	0.206
2.09	0.236	0.326

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 20)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.221	0.109
1.09	0.343	0.248
2.09	0.236	0.326

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 21)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.221	0.109
1.09	0.112	0.206
2.09	0.236	0.326

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 21)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.221	0.109
1.09	0.343	0.248
2.09	0.236	0.326

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-15.1704	-2.6478	100.7686
1.09	11.8222	1.4020	61.4787
2.09	-15.1704	2.6478	100.7686

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-15.1704	2.2999	100.7771
1.09	9.8690	1.1207	45.6540
2.09	-15.1704	-2.2999	100.7771

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.0952	-2.2941	86.1053
1.09	8.3422	1.0097	59.3437
2.09	-11.0952	2.2941	86.1053

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.0952	1.9336	86.1141
1.09	6.7139	1.1399	46.4345
2.09	-11.0952	-1.9336	86.1141

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 83 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-13.5245	6.3773	85.6700
1.09	10.4383	-15.9532	64.9864
2.09	-17.7496	16.1343	99.9713

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-13.5245	10.5733	85.2539
1.09	10.4843	-6.5966	33.8231
2.09	-17.7496	11.2095	100.6425

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-9.7151	6.8026	72.0344
1.09	7.1930	-16.6151	63.3138
2.09	-13.9865	16.0905	86.6131

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-9.7151	10.3290	71.6138
1.09	7.6343	-6.7250	34.4385
2.09	-13.9865	11.8212	87.2983

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-15.8033	-4.3938	95.5893
1.09	11.4098	1.3677	57.3624
2.09	-15.8033	4.3938	95.5893

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-15.8033	0.3019	95.6898
1.09	5.9077	1.1130	45.3370
2.09	-15.8033	-0.3019	95.6898

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.6989	-3.7510	81.6940
1.09	8.0722	0.9881	55.5082
2.09	-11.6989	3.7510	81.6940

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.6989	0.2620	81.7797
1.09	3.4897	1.1234	45.7630
2.09	-11.6989	-0.2620	81.7797

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-14.4787	4.2326	82.7767
1.09	10.3414	-15.2301	61.4396
2.09	-18.5332	17.3170	96.4567

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-14.4787	8.2891	82.4693
1.09	6.7444	-6.2531	34.6816
2.09	-18.5332	12.5632	97.1902

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.5628	4.9449	69.6237

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	84 di 166

1.09	7.1624	-15.8702	60.0375
2.09	-14.6598	16.9655	83.5677

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.5628	8.3552	69.2972
1.09	4.5526	-6.3825	34.9693
2.09	-14.6598	12.8446	84.2995

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	3.1215	15.9509	45.2176
1.09	-5.7356	-36.4714	97.4400
2.09	-5.0476	30.0393	75.5038

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	3.1215	18.1504	44.3804
1.09	-1.9741	-14.3909	53.6364
2.09	-5.0476	26.2983	76.8868

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	3.8271	15.4555	43.0828
1.09	-6.8215	-37.0052	96.8791
2.09	-4.3429	30.5347	73.3700

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	3.8271	17.5508	42.2726
1.09	-2.5812	-14.3779	54.1839
2.09	-4.3429	26.8978	74.7799

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	4.9167	17.7626	52.6516
1.09	-7.4724	-40.7928	116.0695
2.09	-4.2170	33.5638	86.4021

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	4.9167	20.3247	51.7166
1.09	-3.1952	-15.8594	67.0436
2.09	-4.2170	29.2838	87.9449

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	5.6176	17.2798	50.5151
1.09	-8.5299	-41.3281	115.5211
2.09	-3.5210	34.0467	84.2706

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	5.6176	19.7377	49.6064
1.09	-3.7965	-15.8488	67.5786
2.09	-3.5210	29.8707	85.8397

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.4360	-2.0466	74.6413
1.09	8.6587	1.0419	45.4333
2.09	-11.4360	2.0466	74.6413

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

 Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	85 di 166

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.4360	1.6183	74.6518
1.09	7.0268	0.8323	33.9031
2.09	-11.4360	-1.6183	74.6518

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.5728	-1.6235	70.8469
1.09	8.0070	0.9771	44.0577
2.09	-10.5728	1.6235	70.8469

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.5728	1.8547	70.8413
1.09	7.1328	0.7844	31.9519
2.09	-10.5728	-1.8547	70.8413

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-8.8603	-1.4846	59.4361
1.09	6.2797	0.8086	38.8288
2.09	-8.8603	1.4846	59.4361

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-8.8603	1.4336	59.4373
1.09	5.4488	0.6684	27.2285
2.09	-8.8603	-1.4336	59.4373

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.2151	4.6358	63.4569
1.09	7.6303	-11.8163	48.0500
2.09	-13.3452	12.0395	74.0508

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.2151	7.7439	63.1530
1.09	7.4813	-4.8844	25.1423
2.09	-13.3452	8.3915	74.5524

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 17)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-9.5868	4.7583	61.3555
1.09	7.2059	-11.3241	47.1338
2.09	-12.5910	11.2044	71.4897

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 17)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-9.5868	7.7631	61.0481
1.09	7.7490	-4.6722	24.0671
2.09	-12.5910	7.6830	71.9533

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 18)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-8.5812	3.9988	55.0237
1.09	6.1649	-9.8188	43.2584
2.09	-11.2075	9.8258	63.7784

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 18)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
-------	---------	--------	--------

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 86 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

0.10	-8.5812	6.6939	54.7612
1.09	6.5516	-4.0077	21.9683
2.09	-11.2075	6.6845	64.1837

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 19)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.0522	2.8802	61.3097
1.09	7.5929	-11.2765	45.2557
2.09	-14.0558	13.0824	71.4433

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 19)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.0522	5.8850	61.0945
1.09	4.4146	-4.6258	25.9452
2.09	-14.0558	9.5611	71.9992

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 20)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-8.8743	3.6232	55.0145
1.09	6.2423	-9.8093	42.8828
2.09	-11.5005	10.2015	63.7691

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 20)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-8.8743	6.3183	54.7705
1.09	5.8847	-3.9985	22.3439
2.09	-11.5005	7.0602	64.1928

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 21)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-8.5812	3.9988	55.0237
1.09	6.1649	-9.8188	43.2584
2.09	-11.2075	9.8258	63.7784

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 21)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-8.5812	6.6939	54.7612
1.09	6.5516	-4.0077	21.9683
2.09	-11.2075	6.6845	64.1837

Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
N_u	Sforzo normale ultimo, espressa in kN
M_u	Momento ultimo, espressa in kNm
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in cm ²
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in cm ²
CS	Coeff. di sicurezza sezione
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm ²

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 19.00$ cm

Verifiche presso-flessione

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	87 di 166

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0.10	15.17 (15.17)	100.77	297.84	44.84	3.93	3.93	2.96
2	1.09	-11.82 (-11.82)	61.48	202.15	-38.87	3.93	3.93	3.29
3	2.09	15.17 (15.17)	100.77	297.84	44.84	3.93	3.93	2.96

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	-2.65	82.41	0.00	0.00	0.00
2	1.09	1.40	78.38	0.00	0.00	0.00
3	2.09	2.65	82.41	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0.10	-15.17 (-15.17)	100.78	297.88	-44.84	3.93	3.93	2.96
2	1.09	9.87 (9.87)	45.65	170.77	36.92	3.93	3.93	3.74
3	2.09	-15.17 (-15.17)	100.78	297.88	-44.84	3.93	3.93	2.96

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	2.30	82.41	0.00	0.00	0.00
2	1.09	1.12	76.75	0.00	0.00	0.00
3	2.09	-2.30	82.41	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0.10	11.10 (11.10)	86.11	394.74	50.86	3.93	3.93	4.58
2	1.09	-8.34 (-8.34)	59.34	335.81	-47.21	3.93	3.93	5.66
3	2.09	11.10 (11.10)	86.11	394.74	50.86	3.93	3.93	4.58

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	-2.29	80.90	0.00	0.00	0.00
2	1.09	1.01	78.16	0.00	0.00	0.00
3	2.09	2.29	80.90	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0.10	-11.10 (-11.10)	86.11	394.80	-50.87	3.93	3.93	4.58
2	1.09	6.71 (6.71)	46.43	319.42	46.18	3.93	3.93	6.88
3	2.09	-11.10 (-11.10)	86.11	394.80	-50.87	3.93	3.93	4.58

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	1.93	80.90	0.00	0.00	0.00
2	1.09	1.14	76.83	0.00	0.00	0.00
3	2.09	-1.93	80.90	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	88 di 166

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	13.52 (14.27)	85.67	252.03	41.98	3.93	3.93	2.94
2	1.09	-10.44 (-12.30)	64.99	206.85	-39.17	3.93	3.93	3.18
3	2.09	17.75 (17.75)	99.97	228.03	40.49	3.93	3.93	2.28

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	6.38	80.86	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-15.95	78.82	0.00	0.00	0.00
3	2.09	16.13	82.33	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-13.52 (-14.76)	85.25	237.08	-41.05	3.93	3.93	2.78
2	1.09	10.48 (10.97)	33.82	100.24	32.52	3.93	3.93	2.96
3	2.09	-17.75 (-18.94)	100.64	208.71	-39.28	3.93	3.93	2.07

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	10.57	80.82	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-6.60	75.50	0.00	0.00	0.00
3	2.09	11.21	82.40	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	9.72 (10.51)	72.03	314.34	45.87	3.93	3.93	4.36
2	1.09	-7.19 (-9.14)	63.31	320.50	-46.25	3.93	3.93	5.06
3	2.09	13.99 (13.99)	86.61	264.99	42.79	3.93	3.93	3.06

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	6.80	79.46	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-16.62	78.65	0.00	0.00	0.00
3	2.09	16.09	80.96	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-9.72 (-10.92)	71.61	291.27	-44.43	3.93	3.93	4.07
2	1.09	7.63 (8.30)	34.44	147.06	35.44	3.93	3.93	4.27
3	2.09	-13.99 (-15.37)	87.30	231.02	-40.67	3.93	3.93	2.65

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	10.33	79.42	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-6.72	75.56	0.00	0.00	0.00

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

 Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	89 di 166

3	2.09	11.82	81.03	0.00	0.00	0.00
---	------	-------	-------	------	------	------

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	15.80 (15.80)	95.59	255.10	42.17	3.93	3.93	2.67
2	1.09	-11.41 (-11.41)	57.36	192.36	-38.26	3.93	3.93	3.35
3	2.09	15.80 (15.80)	95.59	255.10	42.17	3.93	3.93	2.67

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	-4.39	81.88	0.00	0.00	0.00
2	1.09	1.37	77.95	0.00	0.00	0.00
3	2.09	4.39	81.88	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-15.80 (-15.84)	95.69	254.61	-42.14	3.93	3.93	2.66
2	1.09	5.91 (5.91)	45.34	386.55	50.37	3.93	3.93	8.53
3	2.09	-15.80 (-15.84)	95.69	254.61	-42.14	3.93	3.93	2.66

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	0.30	81.89	0.00	0.00	0.00
2	1.09	1.11	76.72	0.00	0.00	0.00
3	2.09	-0.30	81.89	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	11.70 (11.70)	81.69	324.89	46.53	3.93	3.93	3.98
2	1.09	-8.07 (-8.07)	55.51	316.21	-45.98	3.93	3.93	5.70
3	2.09	11.70 (11.70)	81.69	324.89	46.53	3.93	3.93	3.98

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	-3.75	80.45	0.00	0.00	0.00
2	1.09	0.99	77.76	0.00	0.00	0.00
3	2.09	3.75	80.45	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-11.70 (-11.73)	81.78	323.99	-46.47	3.93	3.93	3.96
2	1.09	3.49 (3.49)	45.76	994.03	75.80	3.93	3.93	21.72
3	2.09	-11.70 (-11.73)	81.78	323.99	-46.47	3.93	3.93	3.96

Verifiche taglio

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	90 di 166

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	0.26	80.46	0.00	0.00	0.00
2	1.09	1.12	76.76	0.00	0.00	0.00
3	2.09	-0.26	80.46	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	14.48 (14.97)	82.78	221.59	40.08	3.93	3.93	2.68
2	1.09	-10.34 (-12.12)	61.44	194.62	-38.40	3.93	3.93	3.17
3	2.09	18.53 (18.53)	96.46	202.39	38.89	3.93	3.93	2.10

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	4.23	80.56	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-15.23	78.45	0.00	0.00	0.00
3	2.09	17.32	81.97	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-14.48 (-15.45)	82.47	210.19	-39.37	3.93	3.93	2.55
2	1.09	6.74 (7.23)	34.68	179.83	37.48	3.93	3.93	5.19
3	2.09	-18.53 (-20.00)	97.19	183.10	-37.68	3.93	3.93	1.88

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	8.29	80.53	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-6.25	75.59	0.00	0.00	0.00
3	2.09	12.56	82.04	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	10.56 (11.14)	69.62	268.94	43.04	3.93	3.93	3.86
2	1.09	-7.16 (-9.02)	60.04	298.93	-44.91	3.93	3.93	4.98
3	2.09	14.66 (14.66)	83.57	232.31	40.75	3.93	3.93	2.78

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	4.94	79.21	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-15.87	78.31	0.00	0.00	0.00
3	2.09	16.97	80.64	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-10.56 (-11.54)	69.30	252.13	-41.99	3.93	3.93	3.64
2	1.09	4.55 (5.21)	34.97	302.75	45.14	3.93	3.93	8.66

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

 Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	91 di 166

3	2.09	-14.66 (-16.16)	84.30	203.04	-38.93	3.93	3.93	2.41
---	------	-----------------	-------	--------	--------	------	------	------

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	8.36	79.18	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-6.38	75.62	0.00	0.00	0.00
3	2.09	12.84	80.72	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 9 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-3.12 (-4.99)	45.22	511.08	-56.37	3.93	3.93	11.30
2	1.09	5.74 (10.00)	97.44	581.79	59.72	3.93	3.93	5.97
3	2.09	5.05 (8.56)	75.50	487.12	55.24	3.93	3.93	6.45

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	15.95	76.71	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-36.47	82.25	0.00	0.00	0.00
3	2.09	30.04	79.82	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 9 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	3.12 (5.25)	44.38	454.22	53.68	3.93	3.93	10.23
2	1.09	-1.97 (-3.66)	53.64	1171.88	-79.92	3.93	3.93	21.85
3	2.09	-5.05 (-8.12)	76.89	551.73	-58.30	3.93	3.93	7.18

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	18.15	76.62	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-14.39	77.49	0.00	0.00	0.00
3	2.09	26.30	79.96	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 10 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-3.83 (-5.64)	43.08	383.74	-50.19	3.93	3.93	8.91
2	1.09	6.82 (11.15)	96.88	474.88	54.66	3.93	3.93	4.90
3	2.09	4.34 (7.92)	73.37	531.52	57.34	3.93	3.93	7.24

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	15.46	76.49	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-37.01	82.19	0.00	0.00	0.00
3	2.09	30.53	79.60	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 10 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

 Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	92 di 166

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0.10	3.83 (5.88)	42.27	342.22	47.61	3.93	3.93	8.10
2	1.09	-2.58 (-4.26)	54.18	940.59	-74.01	3.93	3.93	17.36
3	2.09	-4.34 (-7.49)	74.78	607.72	-60.87	3.93	3.93	8.13

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	17.55	76.41	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-14.38	77.55	0.00	0.00	0.00
3	2.09	26.90	79.74	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 11 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0.10	-4.92 (-6.99)	52.65	372.59	-49.50	3.93	3.93	7.08
2	1.09	7.47 (12.25)	116.07	553.34	58.38	3.93	3.93	4.77
3	2.09	4.22 (8.14)	86.40	677.11	63.82	3.93	3.93	7.84

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	17.76	77.47	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-40.79	84.18	0.00	0.00	0.00
3	2.09	33.56	80.93	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 11 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0.10	4.92 (7.29)	51.72	333.78	47.08	3.93	3.93	6.45
2	1.09	-3.20 (-5.05)	67.04	1011.59	-76.21	3.93	3.93	15.09
3	2.09	-4.22 (-7.64)	87.94	789.02	-68.57	3.93	3.93	8.97

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	20.32	77.37	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-15.86	78.86	0.00	0.00	0.00
3	2.09	29.28	81.09	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 12 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0.10	-5.62 (-7.64)	50.52	295.56	-44.70	3.93	3.93	5.85
2	1.09	8.53 (13.37)	115.52	470.76	54.47	3.93	3.93	4.08
3	2.09	3.52 (7.50)	84.27	752.90	67.05	3.93	3.93	8.93

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	17.28	77.25	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-41.33	84.13	0.00	0.00	0.00
3	2.09	34.05	80.72	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 12 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	93 di 166

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	5.62 (7.93)	49.61	269.57	43.08	3.93	3.93	5.43
2	1.09	-3.80 (-5.65)	67.58	843.41	-70.52	3.93	3.93	12.48
3	2.09	-3.52 (-7.02)	85.84	878.08	-71.77	3.93	3.93	10.23

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	19.74	77.16	0.00	0.00	0.00
2	1.09	-15.85	78.91	0.00	0.00	0.00
3	2.09	29.87	80.88	0.00	0.00	0.00

Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
A _{fi}	Area armatura inferiore, espressa in cm ²
A _{fs}	Area armatura superiore, espressa in cm ²
σ_{fi}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espressa in MPa
σ_{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espressa in MPa
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in MPa
τ_c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espressa in MPa
A _{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm ²

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	11.44	74.64	3.93	3.93	7.33	128.29	4.59
2	1.09	-8.66	45.43	3.93	3.93	111.94	11.11	3.59
3	2.09	11.44	74.64	3.93	3.93	7.33	128.29	4.59

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A _{sw}
1	0.10	-2.05	-0.019	0.00
2	1.09	1.04	0.009	0.00
3	2.09	2.05	0.019	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-11.44	74.65	3.93	3.93	128.28	7.33	4.59
2	1.09	7.03	33.90	3.93	3.93	10.55	94.88	2.94
3	2.09	-11.44	74.65	3.93	3.93	128.28	7.33	4.59

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A _{sw}
1	0.10	1.62	0.015	0.00
2	1.09	0.83	0.008	0.00
3	2.09	-1.62	-0.015	0.00

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 94 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	10.57	70.85	3.93	3.93	5.88	116.19	4.22
2	1.09	-8.01	44.06	3.93	3.93	100.76	9.23	3.30
3	2.09	10.57	70.85	3.93	3.93	5.88	116.19	4.22

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A _{sw}
1	0.10	-1.62	-0.015	0.00
2	1.09	0.98	0.009	0.00
3	2.09	1.62	0.015	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-10.57	70.84	3.93	3.93	116.20	5.89	4.22
2	1.09	7.13	31.95	3.93	3.93	12.00	99.68	3.01
3	2.09	-10.57	70.84	3.93	3.93	116.20	5.89	4.22

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A _{sw}
1	0.10	1.85	0.017	0.00
2	1.09	0.78	0.007	0.00
3	2.09	-1.85	-0.017	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	8.86	59.44	3.93	3.93	4.90	97.29	3.54
2	1.09	-6.28	38.83	3.93	3.93	73.30	5.09	2.54
3	2.09	8.86	59.44	3.93	3.93	4.90	97.29	3.54

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A _{sw}
1	0.10	-1.48	-0.013	0.00
2	1.09	0.81	0.007	0.00
3	2.09	1.48	0.013	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-8.86	59.44	3.93	3.93	97.28	4.90	3.54
2	1.09	5.45	27.23	3.93	3.93	7.70	72.29	2.27
3	2.09	-8.86	59.44	3.93	3.93	97.28	4.90	3.54

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A _{sw}
----	---	---	----------	-----------------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 95 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

1	0.10	1.43	0.013	0.00
2	1.09	0.67	0.006	0.00
3	2.09	-1.43	-0.013	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	10.22	63.46	3.93	3.93	8.13	118.85	4.13
2	1.09	-7.63	48.05	3.93	3.93	87.91	5.75	3.08
3	2.09	13.35	74.05	3.93	3.93	15.07	167.09	5.49

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A _{sw}
1	0.10	4.64	0.042	0.00
2	1.09	-11.82	-0.107	0.00
3	2.09	12.04	0.109	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-10.22	63.15	3.93	3.93	119.25	8.28	4.13
2	1.09	7.48	25.14	3.93	3.93	17.06	116.13	3.23
3	2.09	-13.35	74.55	3.93	3.93	166.42	14.81	5.48

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A _{sw}
1	0.10	7.74	0.070	0.00
2	1.09	-4.88	-0.044	0.00
3	2.09	8.39	0.076	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	9.59	61.36	3.93	3.93	6.74	109.15	3.86
2	1.09	-7.21	47.13	3.93	3.93	80.70	4.57	2.89
3	2.09	12.59	71.49	3.93	3.93	13.39	155.47	5.16

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A _{sw}
1	0.10	4.76	0.043	0.00
2	1.09	-11.32	-0.102	0.00
3	2.09	11.20	0.101	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-9.59	61.05	3.93	3.93	109.56	6.90	3.86
2	1.09	7.75	24.07	3.93	3.93	18.75	123.04	3.36
3	2.09	-12.59	71.95	3.93	3.93	154.85	13.16	5.16

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	96 di 166

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	7.76	0.070	0.00
2	1.09	-4.67	-0.042	0.00
3	2.09	7.68	0.070	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	8.58	55.02	3.93	3.93	5.99	97.56	3.45
2	1.09	-6.16	43.26	3.93	3.93	65.21	2.49	2.44
3	2.09	11.21	63.78	3.93	3.93	11.85	138.19	4.59

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	4.00	0.036	0.00
2	1.09	-9.82	-0.089	0.00
3	2.09	9.83	0.089	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-8.58	54.76	3.93	3.93	97.91	6.11	3.46
2	1.09	6.55	21.97	3.93	3.93	14.97	101.76	2.83
3	2.09	-11.21	64.18	3.93	3.93	137.65	11.65	4.59

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	6.69	0.061	0.00
2	1.09	-4.01	-0.036	0.00
3	2.09	6.68	0.060	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 19 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	11.05	61.31	3.93	3.93	12.49	138.41	4.54
2	1.09	-7.59	45.26	3.93	3.93	90.88	7.00	3.09
3	2.09	14.06	71.44	3.93	3.93	19.23	184.85	5.84

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	2.88	0.026	0.00
2	1.09	-11.28	-0.102	0.00
3	2.09	13.08	0.118	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 19 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
----	---	---	---	----------	----------	---------------	---------------	------------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	97 di 166

1	0.10	-11.05	61.09	3.93	3.93	138.70	12.60	4.55
2	1.09	4.41	25.95	3.93	3.93	4.25	53.33	1.80
3	2.09	-14.06	72.00	3.93	3.93	184.09	18.94	5.84

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	5.89	0.053	0.00
2	1.09	-4.63	-0.042	0.00
3	2.09	9.56	0.087	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 20 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	8.87	55.01	3.93	3.93	7.12	103.40	3.59
2	1.09	-6.24	42.88	3.93	3.93	67.22	2.96	2.48
3	2.09	11.50	63.77	3.93	3.93	13.01	144.06	4.73

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	3.62	0.033	0.00
2	1.09	-9.81	-0.089	0.00
3	2.09	10.20	0.092	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 20 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-8.87	54.77	3.93	3.93	103.72	7.24	3.59
2	1.09	5.88	22.34	3.93	3.93	12.04	87.78	2.52
3	2.09	-11.50	64.19	3.93	3.93	143.49	12.79	4.73

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	6.32	0.057	0.00
2	1.09	-4.00	-0.036	0.00
3	2.09	7.06	0.064	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	8.58	55.02	3.93	3.93	5.99	97.56	3.45
2	1.09	-6.16	43.26	3.93	3.93	65.21	2.49	2.44
3	2.09	11.21	63.78	3.93	3.93	11.85	138.19	4.59

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	4.00	0.036	0.00
2	1.09	-9.82	-0.089	0.00
3	2.09	9.83	0.089	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	98 di 166

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-8.58	54.76	3.93	3.93	97.91	6.11	3.46
2	1.09	6.55	21.97	3.93	3.93	14.97	101.76	2.83
3	2.09	-11.21	64.18	3.93	3.93	137.65	11.65	4.59

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A _{sw}
1	0.10	6.69	0.061	0.00
2	1.09	-4.01	-0.036	0.00
3	2.09	6.68	0.060	0.00

Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X _i	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M _p	Momento, espresse in kNm
M _n	Momento, espresse in kNm
w _k	Ampiezza fessure, espresse in mm
w _{lim}	Apertura limite fessure, espresse in mm
s	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ϵ_{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	11.44	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.66	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	11.44	0.00	100.00	0.00	0.000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ϵ_{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-11.44	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	7.03	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-11.44	0.00	100.00	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ϵ_{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	10.57	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.01	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	10.57	0.00	0.30	0.00	0.000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ϵ_{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-10.57	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	7.13	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-10.57	0.00	0.30	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ϵ_{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	8.86	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-6.28	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	8.86	0.00	0.20	0.00	0.000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ϵ_{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.86	0.00	0.20	0.00	0.000000

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

 Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	99 di 166

2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	5.45	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.86	0.00	0.20	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	10.22	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-7.63	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	13.35	0.12	100.00	208.50	0.000032

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-10.22	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	7.48	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-13.35	0.15	100.00	268.98	0.000032

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	9.59	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-7.21	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	12.59	0.11	0.30	208.50	0.000030

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-9.59	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	7.75	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-12.59	0.14	0.30	268.98	0.000029

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	8.58	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-6.16	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	11.21	0.00	0.20	0.00	0.000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.58	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	6.55	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-11.21	0.00	0.20	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 19 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	11.05	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-7.59	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	14.06	0.13	100.00	208.50	0.000035

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 19 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-11.05	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	4.41	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-14.06	0.16	100.00	268.98	0.000035

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 20 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	8.87	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-6.24	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	11.50	0.00	0.30	0.00	0.000000

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

 Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	100 di 166

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 20 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.87	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	5.88	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-11.50	0.00	0.30	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	8.58	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-6.16	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	11.21	0.00	0.20	0.00	0.000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	3.93	3.93	11.99	-11.99	-8.58	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	1.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	6.55	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	2.09	3.93	3.93	11.99	-11.99	-11.21	0.00	0.20	0.00	0.000000

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0.10	-0.0148	0.8745	-0.2873	0.3614
1.09	0.0000	0.3559	0.1761	0.3405
2.08	0.0064	0.8473	0.2168	0.6777

Inviluppo spostamenti traverso

X [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0.10	-0.0148	0.8745	-0.2873	0.3614
1.09	0.0000	1.3649	0.1809	0.4038
2.09	0.0064	0.8473	0.2168	0.6777

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.10	-15.80	5.62	-4.39	17.76	43.08	100.77
1.09	-8.53	11.82	-41.33	1.40	38.83	116.07
2.09	-18.53	-3.52	1.48	34.05	59.44	100.77

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.10	-15.80	5.62	0.26	20.32	42.27	100.78
1.09	-3.80	10.48	-15.86	1.14	21.97	67.58
2.09	-18.53	-3.52	-2.30	29.87	59.44	100.78

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.10	3.93	3.93	2.67
1.09	3.93	3.93	3.17
2.09	3.93	3.93	2.10

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.10	82.41	0.00	0.00	0.00



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	101 di 166

1.09	78.38	0.00	0.00	0.00
2.09	82.41	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.10	3.93	3.93	2.55	0.00	0.00	0.00
1.09	3.93	3.93	2.96	0.00	0.00	0.00
2.09	3.93	3.93	1.88	0.00	0.00	0.00

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

IC Indice della combinazione

N_c, N_q, N_γ Fattori di capacità portante

N_c, N_q, N_γ Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.

q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [MPa]

Q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m

Q_v Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m

FS Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N _c	N _q	N _γ	N' _c	N' _q	N' _γ	q _u	Q _u	Q _v	FS
1	20.72	10.66	6.77	53.01	18.34	11.64	2.784	6069.88	221.65	27.39
2	15.27	6.70	3.11	36.34	11.01	5.11	1.651	3599.00	187.12	19.23
3	20.72	10.66	6.77	31.63	12.00	2.27	1.368	2981.16	205.87	14.48
4	15.27	6.70	3.11	20.91	6.86	0.24	0.728	1587.14	173.67	9.14
5	20.72	10.66	6.77	53.01	18.34	11.64	2.784	6069.88	211.38	28.72
6	15.27	6.70	3.11	36.34	11.01	5.11	1.651	3599.00	178.37	20.18
7	20.72	10.66	6.77	31.71	12.03	2.31	1.376	2999.23	199.54	15.03
8	15.27	6.70	3.11	20.98	6.88	0.25	0.734	1599.14	168.29	9.50
9	20.72	10.66	6.77	17.35	6.58	1.14	0.333	725.39	138.00	5.26
10	20.72	10.66	6.77	16.34	6.20	1.66	0.276	601.99	129.51	4.65
11	15.27	6.70	3.11	12.41	4.07	1.72	0.216	470.06	156.37	3.01
12	15.27	6.70	3.11	11.78	3.86	2.15	0.185	403.49	147.88	2.73

Schema Strutturale

Area ed Inerzia elementi

Destinazione	Area [cmq]	Inerzia [cm ⁴]
Fondazione	1900.00	57158.33
Piedritto sinistro	4000.00	533333.33
Piedritto destro	4000.00	533333.33
Traverso	1900.00	57158.33

Simbologia adottata ed unità di misura

N indice elemento

N_i indice nodo iniziale elemento

N_j indice nodo finale elemento

(X_i, Y_i) coordinate nodo iniziale, espresse in cm

(X_j, Y_j) coordinate nodo finale, espresse in cm

Dest appartenenza elemento

N	N _i	N _j	X _i	Y _i	X _j	Y _j	Dest
1	1	4	9.50	109.00	9.62	104.12	PiedR
2	4	10	9.62	104.12	9.98	99.25	PiedR
3	10	16	9.98	99.25	10.58	94.40	PiedR

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N _i .prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 102 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------------------	-----------	------------------------------

4	16	22	10.58	94.40	11.41	89.59	PiedR	
5	22	28	11.41	89.59	12.48	84.82	PiedR	
6	28	34	12.48	84.82	13.78	80.12	PiedR	
7	34	40	13.78	80.12	15.32	75.48	PiedR	
8	40	46	15.32	75.48	17.07	70.92	PiedR	
9	46	52	17.07	70.92	19.05	66.46	PiedR	
10	52	58	19.05	66.46	21.25	62.10	PiedR	
11	58	64	21.25	62.10	23.66	57.85	PiedR	
12	64	70	23.66	57.85	26.27	53.72	PiedR	
13	70	76	26.27	53.72	29.08	49.73	PiedR	
14	76	82	29.08	49.73	32.09	45.88	PiedR	
15	82	88	32.09	45.88	35.28	42.18	PiedR	
16	88	94	35.28	42.18	38.64	38.64	PiedR	
17	94	100	38.64	38.64	42.18	35.28	PiedR	
18	100	106	42.18	35.28	45.88	32.09	PiedR	
19	106	112	45.88	32.09	49.73	29.08	PiedR	
20	112	118	49.73	29.08	53.72	26.27	PiedR	
21	118	124	53.72	26.27	57.85	23.66	PiedR	
22	124	130	57.85	23.66	62.10	21.25	PiedR	
23	130	136	62.10	21.25	66.46	19.05	PiedR	
24	136	142	66.46	19.05	70.92	17.07	PiedR	
25	142	148	70.92	17.07	75.48	15.32	PiedR	
26	148	154	75.48	15.32	80.12	13.78	PiedR	
27	154	160	80.12	13.78	84.82	12.48	PiedR	
28	160	166	84.82	12.48	89.59	11.41	PiedR	
29	166	172	89.59	11.41	94.40	10.58	PiedR	
30	172	178	94.40	10.58	99.25	9.98	PiedR	
31	178	184	99.25	9.98	104.12	9.62	PiedR	
32	184	190	104.12	9.62	109.00	9.50	PiedR	
33	190	196	109.00	9.50	113.88	9.62	PiedR	
34	196	202	113.88	9.62	118.75	9.98	PiedR	
35	202	208	118.75	9.98	123.60	10.58	PiedR	
36	208	214	123.60	10.58	128.41	11.41	PiedR	
37	214	220	128.41	11.41	133.18	12.48	PiedR	
38	220	226	133.18	12.48	137.88	13.78	PiedR	
39	226	232	137.88	13.78	142.52	15.32	PiedR	
40	232	238	142.52	15.32	147.08	17.07	PiedR	
41	238	244	147.08	17.07	151.54	19.05	PiedR	
42	244	250	151.54	19.05	155.90	21.25	PiedR	
43	250	256	155.90	21.25	160.15	23.66	PiedR	
44	256	262	160.15	23.66	164.28	26.27	PiedR	
45	262	268	164.28	26.27	168.27	29.08	PiedR	
46	268	274	168.27	29.08	172.12	32.09	PiedR	
47	274	280	172.12	32.09	175.82	35.28	PiedR	
48	280	286	175.82	35.28	179.36	38.64	PiedR	
49	286	292	179.36	38.64	182.72	42.18	PiedR	
50	292	298	182.72	42.18	185.91	45.88	PiedR	
51	298	304	185.91	45.88	188.92	49.73	PiedR	
52	304	310	188.92	49.73	191.73	53.72	PiedR	
53	310	316	191.73	53.72	194.34	57.85	PiedR	
54	316	322	194.34	57.85	196.75	62.10	PiedR	
55	322	328	196.75	62.10	198.95	66.46	PiedR	
56	328	334	198.95	66.46	200.93	70.92	PiedR	
57	334	340	200.93	70.92	202.68	75.48	PiedR	
58	340	346	202.68	75.48	204.22	80.12	PiedR	
59	346	352	204.22	80.12	205.52	84.82	PiedR	
60	352	358	205.52	84.82	206.59	89.59	PiedR	

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 103 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

61	358	364	206.59	89.59	207.42	94.40	PiedR	
62	364	370	207.42	94.40	208.02	99.25	PiedR	
63	370	376	208.02	99.25	208.38	104.12	PiedR	
64	376	382	208.38	104.12	208.50	109.00	PiedR	
65	1	7	9.50	109.00	9.62	113.88	Trav	
66	7	13	9.62	113.88	9.98	118.75	Trav	
67	13	19	9.98	118.75	10.58	123.60	Trav	
68	19	25	10.58	123.60	11.41	128.41	Trav	
69	25	31	11.41	128.41	12.48	133.18	Trav	
70	31	37	12.48	133.18	13.78	137.88	Trav	
71	37	43	13.78	137.88	15.32	142.52	Trav	
72	43	49	15.32	142.52	17.07	147.08	Trav	
73	49	55	17.07	147.08	19.05	151.54	Trav	
74	55	61	19.05	151.54	21.25	155.90	Trav	
75	61	67	21.25	155.90	23.66	160.15	Trav	
76	67	73	23.66	160.15	26.27	164.28	Trav	
77	73	79	26.27	164.28	29.08	168.27	Trav	
78	79	85	29.08	168.27	32.09	172.12	Trav	
79	85	91	32.09	172.12	35.28	175.82	Trav	
80	91	97	35.28	175.82	38.64	179.36	Trav	
81	97	103	38.64	179.36	42.18	182.72	Trav	
82	103	109	42.18	182.72	45.88	185.91	Trav	
83	109	115	45.88	185.91	49.73	188.92	Trav	
84	115	121	49.73	188.92	53.72	191.73	Trav	
85	121	127	53.72	191.73	57.85	194.34	Trav	
86	127	133	57.85	194.34	62.10	196.75	Trav	
87	133	139	62.10	196.75	66.46	198.95	Trav	
88	139	145	66.46	198.95	70.92	200.93	Trav	
89	145	151	70.92	200.93	75.48	202.68	Trav	
90	151	157	75.48	202.68	80.12	204.22	Trav	
91	157	163	80.12	204.22	84.82	205.52	Trav	
92	163	169	84.82	205.52	89.59	206.59	Trav	
93	169	175	89.59	206.59	94.40	207.42	Trav	
94	175	181	94.40	207.42	99.25	208.02	Trav	
95	181	187	99.25	208.02	104.12	208.38	Trav	
96	187	193	104.12	208.38	109.00	208.50	Trav	
97	193	199	109.00	208.50	113.88	208.38	Trav	
98	199	205	113.88	208.38	118.75	208.02	Trav	
99	205	211	118.75	208.02	123.60	207.42	Trav	
100	211	217	123.60	207.42	128.41	206.59	Trav	
101	217	223	128.41	206.59	133.18	205.52	Trav	
102	223	229	133.18	205.52	137.88	204.22	Trav	
103	229	235	137.88	204.22	142.52	202.68	Trav	
104	235	241	142.52	202.68	147.08	200.93	Trav	
105	241	247	147.08	200.93	151.54	198.95	Trav	
106	247	253	151.54	198.95	155.90	196.75	Trav	
107	253	259	155.90	196.75	160.15	194.34	Trav	
108	259	265	160.15	194.34	164.28	191.73	Trav	
109	265	271	164.28	191.73	168.27	188.92	Trav	
110	271	277	168.27	188.92	172.12	185.91	Trav	
111	277	283	172.12	185.91	175.82	182.72	Trav	
112	283	289	175.82	182.72	179.36	179.36	Trav	
113	289	295	179.36	179.36	182.72	175.82	Trav	
114	295	301	182.72	175.82	185.91	172.12	Trav	
115	301	307	185.91	172.12	188.92	168.27	Trav	
116	307	313	188.92	168.27	191.73	164.28	Trav	
117	313	319	191.73	164.28	194.34	160.15	Trav	

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 104 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

118	319	325	194.34	160.15	196.75	155.90	Trav	
119	325	331	196.75	155.90	198.95	151.54	Trav	
120	331	337	198.95	151.54	200.93	147.08	Trav	
121	337	343	200.93	147.08	202.68	142.52	Trav	
122	343	349	202.68	142.52	204.22	137.88	Trav	
123	349	355	204.22	137.88	205.52	133.18	Trav	
124	355	361	205.52	133.18	206.59	128.41	Trav	
125	361	367	206.59	128.41	207.42	123.60	Trav	
126	367	373	207.42	123.60	208.02	118.75	Trav	
127	373	379	208.02	118.75	208.38	113.88	Trav	
128	379	382	208.38	113.88	208.50	109.00	Trav	
129	1	2	9.50	109.00	-90.50	109.00	MollaPR	
130	1	3	9.50	109.00	9.50	9.00	MollaPR	
131	4	5	9.62	104.12	-90.38	104.12	MollaPR	
132	4	6	9.62	104.12	9.62	4.12	MollaPR	
133	7	8	9.62	113.88	-90.38	113.88	MollaPR	
134	7	9	9.62	113.88	9.62	213.88	MollaPR	
135	10	11	9.98	99.25	-90.02	99.25	MollaPR	
136	10	12	9.98	99.25	9.98	-0.75	MollaPR	
137	13	14	9.98	118.75	-90.02	118.75	MollaPR	
138	13	15	9.98	118.75	9.98	218.75	MollaPR	
139	16	17	10.58	94.40	-89.42	94.40	MollaPR	
140	16	18	10.58	94.40	10.58	-5.60	MollaPR	
141	19	20	10.58	123.60	-89.42	123.60	MollaPR	
142	19	21	10.58	123.60	10.58	223.60	MollaPR	
143	22	23	11.41	89.59	-88.59	89.59	MollaPR	
144	22	24	11.41	89.59	11.41	-10.41	MollaPR	
145	25	26	11.41	128.41	-88.59	128.41	MollaPR	
146	25	27	11.41	128.41	11.41	228.41	MollaPR	
147	28	29	12.48	84.82	-87.52	84.82	MollaPR	
148	28	30	12.48	84.82	12.48	-15.18	MollaPR	
149	31	32	12.48	133.18	-87.52	133.18	MollaPR	
150	31	33	12.48	133.18	12.48	233.18	MollaPR	
151	34	35	13.78	80.12	-86.22	80.12	MollaPR	
152	34	36	13.78	80.12	13.78	-19.88	MollaPR	
153	37	38	13.78	137.88	-86.22	137.88	MollaPR	
154	37	39	13.78	137.88	13.78	237.88	MollaPR	
155	40	41	15.32	75.48	-84.68	75.48	MollaPR	
156	40	42	15.32	75.48	15.32	-24.52	MollaPR	
157	43	44	15.32	142.52	-84.68	142.52	MollaPR	
158	43	45	15.32	142.52	15.32	242.52	MollaPR	
159	46	47	17.07	70.92	-82.93	70.92	MollaPR	
160	46	48	17.07	70.92	17.07	-29.08	MollaPR	
161	49	50	17.07	147.08	-82.93	147.08	MollaPR	
162	49	51	17.07	147.08	17.07	247.08	MollaPR	
163	52	53	19.05	66.46	-80.95	66.46	MollaPR	
164	52	54	19.05	66.46	19.05	-33.54	MollaPR	
165	55	56	19.05	151.54	-80.95	151.54	MollaPR	
166	55	57	19.05	151.54	19.05	251.54	MollaPR	
167	58	59	21.25	62.10	-78.75	62.10	MollaPR	
168	58	60	21.25	62.10	21.25	-37.90	MollaPR	
169	61	62	21.25	155.90	-78.75	155.90	MollaPR	
170	61	63	21.25	155.90	21.25	255.90	MollaPR	
171	64	65	23.66	57.85	-76.34	57.85	MollaPR	
172	64	66	23.66	57.85	23.66	-42.15	MollaPR	
173	67	68	23.66	160.15	-76.34	160.15	MollaPR	
174	67	69	23.66	160.15	23.66	260.15	MollaPR	



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 105 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

175	70	71	26.27	53.72	-73.73	53.72	MollaPR	
176	70	72	26.27	53.72	26.27	-46.28	MollaPR	
177	73	74	26.27	164.28	-73.73	164.28	MollaPR	
178	73	75	26.27	164.28	26.27	264.28	MollaPR	
179	76	77	29.08	49.73	-70.92	49.73	MollaPR	
180	76	78	29.08	49.73	29.08	-50.27	MollaPR	
181	79	80	29.08	168.27	-70.92	168.27	MollaPR	
182	79	81	29.08	168.27	29.08	268.27	MollaPR	
183	82	83	32.09	45.88	-67.91	45.88	MollaPR	
184	82	84	32.09	45.88	32.09	-54.12	MollaPR	
185	85	86	32.09	172.12	-67.91	172.12	MollaPR	
186	85	87	32.09	172.12	32.09	272.12	MollaPR	
187	88	89	35.28	42.18	-64.72	42.18	MollaPR	
188	88	90	35.28	42.18	35.28	-57.82	MollaPR	
189	91	92	35.28	175.82	-64.72	175.82	MollaPR	
190	91	93	35.28	175.82	35.28	275.82	MollaPR	
191	94	95	38.64	38.64	-61.36	38.64	MollaPR	
192	94	96	38.64	38.64	38.64	-61.36	MollaPR	
193	97	98	38.64	179.36	-61.36	179.36	MollaPR	
194	97	99	38.64	179.36	38.64	279.36	MollaPR	
195	100	101	42.18	35.28	-57.82	35.28	MollaPR	
196	100	102	42.18	35.28	42.18	-64.72	MollaPR	
197	103	104	42.18	182.72	-57.82	182.72	MollaPR	
198	103	105	42.18	182.72	42.18	282.72	MollaPR	
199	106	107	45.88	32.09	-54.12	32.09	MollaPR	
200	106	108	45.88	32.09	45.88	-67.91	MollaPR	
201	109	110	45.88	185.91	-54.12	185.91	MollaPR	
202	109	111	45.88	185.91	45.88	285.91	MollaPR	
203	112	113	49.73	29.08	-50.27	29.08	MollaPR	
204	112	114	49.73	29.08	49.73	-70.92	MollaPR	
205	115	116	49.73	188.92	-50.27	188.92	MollaPR	
206	115	117	49.73	188.92	49.73	288.92	MollaPR	
207	118	119	53.72	26.27	-46.28	26.27	MollaPR	
208	118	120	53.72	26.27	53.72	-73.73	MollaPR	
209	121	122	53.72	191.73	-46.28	191.73	MollaPR	
210	121	123	53.72	191.73	53.72	291.73	MollaPR	
211	124	125	57.85	23.66	-42.15	23.66	MollaPR	
212	124	126	57.85	23.66	57.85	-76.34	MollaPR	
213	127	128	57.85	194.34	-42.15	194.34	MollaPR	
214	127	129	57.85	194.34	57.85	294.34	MollaPR	
215	130	131	62.10	21.25	-37.90	21.25	MollaPR	
216	130	132	62.10	21.25	62.10	-78.75	MollaPR	
217	133	134	62.10	196.75	-37.90	196.75	MollaPR	
218	133	135	62.10	196.75	62.10	296.75	MollaPR	
219	136	137	66.46	19.05	-33.54	19.05	MollaPR	
220	136	138	66.46	19.05	66.46	-80.95	MollaPR	
221	139	140	66.46	198.95	-33.54	198.95	MollaPR	
222	139	141	66.46	198.95	66.46	298.95	MollaPR	
223	142	143	70.92	17.07	-29.08	17.07	MollaPR	
224	142	144	70.92	17.07	70.92	-82.93	MollaPR	
225	145	146	70.92	200.93	-29.08	200.93	MollaPR	
226	145	147	70.92	200.93	70.92	300.93	MollaPR	
227	148	149	75.48	15.32	-24.52	15.32	MollaPR	
228	148	150	75.48	15.32	75.48	-84.68	MollaPR	
229	151	152	75.48	202.68	-24.52	202.68	MollaPR	
230	151	153	75.48	202.68	75.48	302.68	MollaPR	
231	154	155	80.12	13.78	-19.88	13.78	MollaPR	

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 106 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

232	154	156	80.12	13.78	80.12	-86.22	MollaPR
233	157	158	80.12	204.22	-19.88	204.22	MollaPR
234	157	159	80.12	204.22	80.12	304.22	MollaPR
235	160	161	84.82	12.48	-15.18	12.48	MollaPR
236	160	162	84.82	12.48	84.82	-87.52	MollaPR
237	163	164	84.82	205.52	-15.18	205.52	MollaPR
238	163	165	84.82	205.52	84.82	305.52	MollaPR
239	166	167	89.59	11.41	-10.41	11.41	MollaPR
240	166	168	89.59	11.41	89.59	-88.59	MollaPR
241	169	170	89.59	206.59	-10.41	206.59	MollaPR
242	169	171	89.59	206.59	89.59	306.59	MollaPR
243	172	173	94.40	10.58	-5.60	10.58	MollaPR
244	172	174	94.40	10.58	94.40	-89.42	MollaPR
245	175	176	94.40	207.42	-5.60	207.42	MollaPR
246	175	177	94.40	207.42	94.40	307.42	MollaPR
247	178	179	99.25	9.98	-0.75	9.98	MollaPR
248	178	180	99.25	9.98	99.25	-90.02	MollaPR
249	181	182	99.25	208.02	-0.75	208.02	MollaPR
250	181	183	99.25	208.02	99.25	308.02	MollaPR
251	184	185	104.12	9.62	4.12	9.62	MollaPR
252	184	186	104.12	9.62	104.12	-90.38	MollaPR
253	187	188	104.12	208.38	4.12	208.38	MollaPR
254	187	189	104.12	208.38	104.12	308.38	MollaPR
255	190	191	109.00	9.50	209.00	9.50	MollaPR
256	190	192	109.00	9.50	109.00	-90.50	MollaPR
257	193	194	109.00	208.50	209.00	208.50	MollaPR
258	193	195	109.00	208.50	109.00	308.50	MollaPR
259	196	197	113.88	9.62	213.88	9.62	MollaPR
260	196	198	113.88	9.62	113.88	-90.38	MollaPR
261	199	200	113.88	208.38	213.88	208.38	MollaPR
262	199	201	113.88	208.38	113.88	308.38	MollaPR
263	202	203	118.75	9.98	218.75	9.98	MollaPR
264	202	204	118.75	9.98	118.75	-90.02	MollaPR
265	205	206	118.75	208.02	218.75	208.02	MollaPR
266	205	207	118.75	208.02	118.75	308.02	MollaPR
267	208	209	123.60	10.58	223.60	10.58	MollaPR
268	208	210	123.60	10.58	123.60	-89.42	MollaPR
269	211	212	123.60	207.42	223.60	207.42	MollaPR
270	211	213	123.60	207.42	123.60	307.42	MollaPR
271	214	215	128.41	11.41	228.41	11.41	MollaPR
272	214	216	128.41	11.41	128.41	-88.59	MollaPR
273	217	218	128.41	206.59	228.41	206.59	MollaPR
274	217	219	128.41	206.59	128.41	306.59	MollaPR
275	220	221	133.18	12.48	233.18	12.48	MollaPR
276	220	222	133.18	12.48	133.18	-87.52	MollaPR
277	223	224	133.18	205.52	233.18	205.52	MollaPR
278	223	225	133.18	205.52	133.18	305.52	MollaPR
279	226	227	137.88	13.78	237.88	13.78	MollaPR
280	226	228	137.88	13.78	137.88	-86.22	MollaPR
281	229	230	137.88	204.22	237.88	204.22	MollaPR
282	229	231	137.88	204.22	137.88	304.22	MollaPR
283	232	233	142.52	15.32	242.52	15.32	MollaPR
284	232	234	142.52	15.32	142.52	-84.68	MollaPR
285	235	236	142.52	202.68	242.52	202.68	MollaPR
286	235	237	142.52	202.68	142.52	302.68	MollaPR
287	238	239	147.08	17.07	247.08	17.07	MollaPR
288	238	240	147.08	17.07	147.08	-82.93	MollaPR



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 107 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

289	241	242	147.08	200.93	247.08	200.93	MollaPR	
290	241	243	147.08	200.93	147.08	300.93	MollaPR	
291	244	245	151.54	19.05	251.54	19.05	MollaPR	
292	244	246	151.54	19.05	151.54	-80.95	MollaPR	
293	247	248	151.54	198.95	251.54	198.95	MollaPR	
294	247	249	151.54	198.95	151.54	298.95	MollaPR	
295	250	251	155.90	21.25	255.90	21.25	MollaPR	
296	250	252	155.90	21.25	155.90	-78.75	MollaPR	
297	253	254	155.90	196.75	255.90	196.75	MollaPR	
298	253	255	155.90	196.75	155.90	296.75	MollaPR	
299	256	257	160.15	23.66	260.15	23.66	MollaPR	
300	256	258	160.15	23.66	160.15	-76.34	MollaPR	
301	259	260	160.15	194.34	260.15	194.34	MollaPR	
302	259	261	160.15	194.34	160.15	294.34	MollaPR	
303	262	263	164.28	26.27	264.28	26.27	MollaPR	
304	262	264	164.28	26.27	164.28	-73.73	MollaPR	
305	265	266	164.28	191.73	264.28	191.73	MollaPR	
306	265	267	164.28	191.73	164.28	291.73	MollaPR	
307	268	269	168.27	29.08	268.27	29.08	MollaPR	
308	268	270	168.27	29.08	168.27	-70.92	MollaPR	
309	271	272	168.27	188.92	268.27	188.92	MollaPR	
310	271	273	168.27	188.92	168.27	288.92	MollaPR	
311	274	275	172.12	32.09	272.12	32.09	MollaPR	
312	274	276	172.12	32.09	172.12	-67.91	MollaPR	
313	277	278	172.12	185.91	272.12	185.91	MollaPR	
314	277	279	172.12	185.91	172.12	285.91	MollaPR	
315	280	281	175.82	35.28	275.82	35.28	MollaPR	
316	280	282	175.82	35.28	175.82	-64.72	MollaPR	
317	283	284	175.82	182.72	275.82	182.72	MollaPR	
318	283	285	175.82	182.72	175.82	282.72	MollaPR	
319	286	287	179.36	38.64	279.36	38.64	MollaPR	
320	286	288	179.36	38.64	179.36	-61.36	MollaPR	
321	289	290	179.36	179.36	279.36	179.36	MollaPR	
322	289	291	179.36	179.36	179.36	279.36	MollaPR	
323	292	293	182.72	42.18	282.72	42.18	MollaPR	
324	292	294	182.72	42.18	182.72	-57.82	MollaPR	
325	295	296	182.72	175.82	282.72	175.82	MollaPR	
326	295	297	182.72	175.82	182.72	275.82	MollaPR	
327	298	299	185.91	45.88	285.91	45.88	MollaPR	
328	298	300	185.91	45.88	185.91	-54.12	MollaPR	
329	301	302	185.91	172.12	285.91	172.12	MollaPR	
330	301	303	185.91	172.12	185.91	272.12	MollaPR	
331	304	305	188.92	49.73	288.92	49.73	MollaPR	
332	304	306	188.92	49.73	188.92	-50.27	MollaPR	
333	307	308	188.92	168.27	288.92	168.27	MollaPR	
334	307	309	188.92	168.27	188.92	268.27	MollaPR	
335	310	311	191.73	53.72	291.73	53.72	MollaPR	
336	310	312	191.73	53.72	191.73	-46.28	MollaPR	
337	313	314	191.73	164.28	291.73	164.28	MollaPR	
338	313	315	191.73	164.28	191.73	264.28	MollaPR	
339	316	317	194.34	57.85	294.34	57.85	MollaPR	
340	316	318	194.34	57.85	194.34	-42.15	MollaPR	
341	319	320	194.34	160.15	294.34	160.15	MollaPR	
342	319	321	194.34	160.15	194.34	260.15	MollaPR	
343	322	323	196.75	62.10	296.75	62.10	MollaPR	
344	322	324	196.75	62.10	196.75	-37.90	MollaPR	
345	325	326	196.75	155.90	296.75	155.90	MollaPR	

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	108 di 166

346	325	327	196.75	155.90	196.75	255.90	MollaPR
347	328	329	198.95	66.46	298.95	66.46	MollaPR
348	328	330	198.95	66.46	198.95	-33.54	MollaPR
349	331	332	198.95	151.54	298.95	151.54	MollaPR
350	331	333	198.95	151.54	198.95	251.54	MollaPR
351	334	335	200.93	70.92	300.93	70.92	MollaPR
352	334	336	200.93	70.92	200.93	-29.08	MollaPR
353	337	338	200.93	147.08	300.93	147.08	MollaPR
354	337	339	200.93	147.08	200.93	247.08	MollaPR
355	340	341	202.68	75.48	302.68	75.48	MollaPR
356	340	342	202.68	75.48	202.68	-24.52	MollaPR
357	343	344	202.68	142.52	302.68	142.52	MollaPR
358	343	345	202.68	142.52	202.68	242.52	MollaPR
359	346	347	204.22	80.12	304.22	80.12	MollaPR
360	346	348	204.22	80.12	204.22	-19.88	MollaPR
361	349	350	204.22	137.88	304.22	137.88	MollaPR
362	349	351	204.22	137.88	204.22	237.88	MollaPR
363	352	353	205.52	84.82	305.52	84.82	MollaPR
364	352	354	205.52	84.82	205.52	-15.18	MollaPR
365	355	356	205.52	133.18	305.52	133.18	MollaPR
366	355	357	205.52	133.18	205.52	233.18	MollaPR
367	358	359	206.59	89.59	306.59	89.59	MollaPR
368	358	360	206.59	89.59	206.59	-10.41	MollaPR
369	361	362	206.59	128.41	306.59	128.41	MollaPR
370	361	363	206.59	128.41	206.59	228.41	MollaPR
371	364	365	207.42	94.40	307.42	94.40	MollaPR
372	364	366	207.42	94.40	207.42	-5.60	MollaPR
373	367	368	207.42	123.60	307.42	123.60	MollaPR
374	367	369	207.42	123.60	207.42	223.60	MollaPR
375	370	371	208.02	99.25	308.02	99.25	MollaPR
376	370	372	208.02	99.25	208.02	-0.75	MollaPR
377	373	374	208.02	118.75	308.02	118.75	MollaPR
378	373	375	208.02	118.75	208.02	218.75	MollaPR
379	376	377	208.38	104.12	308.38	104.12	MollaPR
380	376	378	208.38	104.12	208.38	4.12	MollaPR
381	379	380	208.38	113.88	308.38	113.88	MollaPR
382	379	381	208.38	113.88	208.38	213.88	MollaPR
383	382	383	208.50	109.00	308.50	109.00	MollaPR
384	382	384	208.50	109.00	208.50	9.00	MollaPR

Elenco prezzi unitari

Prezzo calcestruzzo in fondazione	Euro/m ³	61.97
Prezzo calcestruzzo in elevazione	Euro/m ³	72.30
Prezzo casseri	Euro/m ²	13.94
Prezzo acciaio	Euro/Kg	0.90

Computo dei ferri

Diametro [mm]	Lunghezza [m]	Peso [kN]
10.00	57.84	0.3497
6.00	0.00	0.0000
8.00	1.90	0.0074

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	109 di 166

Computo delle quantità

Volume calcestruzzo in fondazione	mc	0.41
Volume calcestruzzo in elevazione	mc	1.85
Superficie casseri	m ^q	8.96
Acciaio per armature	Kg	36.41

Computo metrico

Descrizione	U.M.	Quantità	Prezzo U.	Importo(Euro)
Calcestruzzo in elevazione	(mc)	1.85	72.30	133.75
Calcestruzzo in fondazione	(mc)	0.41	61.97	25.41
Acciaio per armature	(Kg)	36.41	0.90	32.77
Casseformi	(m ^q)	8.96	13.94	124.90

Importo totale(per metro lineare) Euro 317.40

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfianco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	SCAT - Analisi Strutture Scatolari
Versione	10.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PROGIN S.P.A.
Licenza	AIU01054U

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 110 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

Il progettista

()



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 111 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

ALLEGATO 2

TABULATI DI CALCOLO CASO 4B

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	112 di 166

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare circolare		
Diametro esterno verticale		2.18	[m]
Diametro esterno orizzontale		2.18	[m]
Spessore		0.19	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento		
Spessore dello strato	10.50		[m]
Peso di volume	20.0000		[kN/mc]
Peso di volume saturo	21.0000		[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00		[°]
Coesione	0.000		[MPa]

Strato di rinfiacco

Descrizione	Terreno di rinfiacco		
Peso di volume	20.0000		[kN/mc]
Peso di volume saturo	21.0000		[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00		[°]
Angolo di attrito terreno struttura	0.00		[°]
Coesione	0.000		[MPa]
Costante di Winkler	0.000		[MPa/cm]

Strato di base

Descrizione	Fondazione		
Peso di volume	19.0000		[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000		[kN/mc]
Angolo di attrito	25.00		[°]
Angolo di attrito terreno struttura	10.00		[°]
Coesione	0.000		[MPa]
Costante di Winkler	0.350		[MPa/cm]
Tensione limite	0.500		[MPa]

Falda

Quota falda (rispetto al piano di posa)	1.00	[m]
---	------	-----

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R _{ck} calcestruzzo	37.000	[MPa]
Peso specifico calcestruzzo	25.0000	[kN/mc]
Modulo elastico E	32532.520	[MPa]
Tensione di snervamento acciaio	450.000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione cls tesoro/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	21.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura
 Carichi verticali positivi se diretti verso il basso
 Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra
 Coppie concentrate positive se antiorarie

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	113 di 166

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
 Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
 F_y componente Y del carico concentrato
 F_x componente X del carico concentrato
 M momento

Forze distribuite

X_i, X_f ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
 Y_i, Y_f ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
 V_{ni} componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
 V_{nf} componente normale del carico distribuito nel punto finale
 V_{si} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
 V_{sf} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
 D_{te} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
 D_{ti} variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n°6 (Spinta falda)

Condizione di carico n°7 (Ritiro)

Term Traverso D_{te} = -10.00 D_{ti} = -10.00

Condizione di carico n°8 (Termica)

Term Traverso D_{te} = -2.50 D_{ti} = 2.50

Condizione di carico n°9 (QFERR CEN)

Distr Terreno X_i = 0.29 X_f = 1.89 V_{ni} = 17.50 V_{nf} = 17.50

Distr Terreno X_i = -8.00 X_f = 0.29 V_{ni} = 9.00 V_{nf} = 9.00

Distr Terreno X_i = 1.89 X_f = 12.89 V_{ni} = 9.00 V_{nf} = 9.00

Condizione di carico n°10 (QFERR LAT)

Distr Terreno X_i = -8.00 X_f = -1.60 V_{ni} = 9.00 V_{nf} = 9.00

Distr Terreno X_i = -1.60 X_f = 0.00 V_{ni} = 17.50 V_{nf} = 17.50

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

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

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b _w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A _{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di f _{cd} e σ_{cp}

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	114 di 166

$$fcd' = 0.5 * fcd$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$vmin = 0.035 * k^{3/2} * fck^{1/2}$$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)

0.60 f_{ck}

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)

0.45 f_{ck}

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)

0.80 f_{yk}

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure $w_1=0.20$ $w_2=0.30$ $w_3=0.40$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 1

Copriferro sezioni 6.00 [cm]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2008

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15
Termici	Favorevole	$\gamma_{e,fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{e,sfav}$	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	115 di 166

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta falda	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
Termica	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
QFERR CEN	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR CEN	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	0.50	0.68
Spinta falda	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
Termica	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
QFERR LAT	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	116 di 166

Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR LAT	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta falda	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
Termica	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
QFERR CEN	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01

Combinazione n° 6 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
QFERR CEN	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86

Combinazione n° 7 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	0.50	0.68
Spinta falda	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
Termica	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
QFERR LAT	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01

Combinazione n° 8 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
QFERR LAT	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86

Combinazione n° 9 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	117 di 166

Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR CEN	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
QFERR CEN	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 15 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 16 SLE (Rara)

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	118 di 166

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR LAT	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
QFERR LAT	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 18 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 19 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
QFERR LAT	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 20 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 21 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

	2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud / Castelraimondo Nord OPERE D'ARTE MINORI Generale Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo							
	Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (espresse in m) positive verso destra

Y ordinate (espresse in m) positive verso l'alto

M momento espresso in kNm

V taglio espresso in kN

SN sforzo normale espresso in kN

ux spostamento direzione X espresso in cm

uy spostamento direzione Y espresso in cm

σ pressione sul terreno espressa in MPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

La permeabilità influenza il calcolo della spinta sismica. Terreno a **Bassa permeabilità**

Metodo di calcolo della portanza

Spinta sui piedritti

Teoria di Terzaghi

Meyerhof

a Riposo [combinazione 1]
 a Riposo [combinazione 2]
 a Riposo [combinazione 3]
 a Riposo [combinazione 4]
 a Riposo [combinazione 5]
 a Riposo [combinazione 6]
 a Riposo [combinazione 7]
 a Riposo [combinazione 8]
 a Riposo [combinazione 9]
 a Riposo [combinazione 10]
 a Riposo [combinazione 11]
 a Riposo [combinazione 12]
 a Riposo [combinazione 13]
 a Riposo [combinazione 14]
 a Riposo [combinazione 15]
 a Riposo [combinazione 16]
 a Riposo [combinazione 17]
 a Riposo [combinazione 18]
 a Riposo [combinazione 19]
 a Riposo [combinazione 20]
 a Riposo [combinazione 21]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine

43.336136

Longitudine

12.904696

Comune

Fabriano

Provincia

Ancona

Regione

Marche

Punti di interpolazione del reticolo

22080 - 22081 - 21859 - 21858

Tipo di opera

Tipo di costruzione

Opera ordinaria

Vita nominale

50 anni

Classe d'uso

III - Affollamenti significativi e industrie non

pericolose

Vita di riferimento

75 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$

2.02 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.39

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

1.00

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 120 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 28.58$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 14.29$
Combinazioni SLE	
Accelerazione al suolo $a_g =$	0.00 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood
Angolo diffusione sovraccarico	35.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.426	0.000
2	0.511	0.000
3	0.426	0.000
4	0.511	0.000
5	0.426	0.000
6	0.511	0.000
7	0.426	0.000
8	0.511	0.000
9	0.426	0.843
10	0.426	0.843
11	0.511	0.915
12	0.511	0.915
13	0.426	0.000
14	0.426	0.000
15	0.426	0.000
16	0.426	0.000
17	0.426	0.000
18	0.426	0.000
19	0.426	0.000
20	0.426	0.000
21	0.426	0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	64
Numero elementi trasverso	64
Numero molle fondazione	65

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta (solo peso terreno) 82.6400 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	-15.35	82.6400
-15.35	-7.06	87.0203
-7.06	-5.46	89.3387
-5.46	7.64	94.5382
7.64	9.24	90.1579
9.24	20.24	87.8395
20.24	30.24	82.6400

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 121 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 40.3133 [kPa] Pressione inf. 60.3428 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 40.3133 [kPa] Pressione inf. 60.3428 [kPa]

Falda

Spinta 6.62[kN]

Sottospinta 13.24[kPa]

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 77.4823 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	-15.35	77.4823
-15.35	-7.06	81.2137
-7.06	-5.46	83.1887
-5.46	7.64	87.6179
7.64	9.24	83.8865
9.24	20.24	81.9115
20.24	30.24	77.4823

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 44.7978 [kPa] Pressione inf. 62.5871 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 44.7978 [kPa] Pressione inf. 62.5871 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 82.6400 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	-15.35	82.6400
-15.35	-8.95	86.3245
-8.95	5.75	88.6429
5.75	7.35	84.9584
7.35	30.24	82.6400

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 37.7994 [kPa] Pressione inf. 57.8289 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 18.8997 [kPa] Pressione inf. 28.9144 [kPa]

Falda

Spinta 6.62[kN]

Sottospinta 13.24[kPa]

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 77.4823 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	-15.35	77.4823
-15.35	-8.95	80.6210
-8.95	5.75	82.5959
5.75	7.35	79.4573
7.35	30.24	77.4823

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 122 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 42.2302 [kPa] Pressione inf. 60.0195 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 21.1151 [kPa] Pressione inf. 30.0097 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 82.6400 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	-15.35	82.6400
-15.35	-7.06	85.9252
-7.06	-5.46	87.6640
-5.46	7.64	91.5637
7.64	9.24	88.2784
9.24	20.24	86.5396
20.24	30.24	82.6400

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 39.0449 [kPa] Pressione inf. 59.0744 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 39.0449 [kPa] Pressione inf. 59.0744 [kPa]

Falda

Spinta 6.62[kN]

Sottospinta 13.24[kPa]

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 77.4823 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	-15.35	77.4823
-15.35	-7.06	80.2809
-7.06	-5.46	81.7621
-5.46	7.64	85.0840
7.64	9.24	82.2854
9.24	20.24	80.8042
20.24	30.24	77.4823

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 43.5023 [kPa] Pressione inf. 61.2916 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 43.5023 [kPa] Pressione inf. 61.2916 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 82.6400 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	-15.35	82.6400
-15.35	-8.95	85.4034
-8.95	5.75	87.1422
5.75	7.35	84.3788



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	123 di 166

7.35 30.24 82.6400

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 37.1595 [kPa] Pressione inf. 57.1889 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 18.5797 [kPa] Pressione inf. 28.5945 [kPa]

Falda

Spinta 6.62[kN]

Sottospinta 13.24[kPa]

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 77.4823 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
----	----	--------

-25.35	-15.35	77.4823
--------	--------	---------

-15.35	-8.95	79.8363
--------	-------	---------

-8.95	5.75	81.3175
-------	------	---------

5.75	7.35	78.9635
------	------	---------

7.35	30.24	77.4823
------	-------	---------

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 41.5765 [kPa] Pressione inf. 59.3658 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 20.7883 [kPa] Pressione inf. 29.6829 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.2148 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
----	----	--------

-25.35	30.24	61.2148
--------	-------	---------

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 26.1034 [kPa] Pressione inf. 40.9401 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 26.1034 [kPa] Pressione inf. 40.9401 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 46.2957 [kPa] Pressione inf. 46.2957 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.2148 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
----	----	--------

-25.35	30.24	61.2148
--------	-------	---------

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 26.1034 [kPa] Pressione inf. 40.9401 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 26.1034 [kPa] Pressione inf. 40.9401 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 46.2957 [kPa] Pressione inf. 46.2957 [kPa]

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N _i prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 124 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------------------	-----------	-------------------------------

Falda

Spinta 4.90[kN]
 Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 77.4823 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	30.24	77.4823

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 39.6157 [kPa] Pressione inf. 57.4049 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 39.6157 [kPa] Pressione inf. 57.4049 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 55.5938 [kPa] Pressione inf. 55.5938 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]
 Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 77.4823 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	30.24	77.4823

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 39.6157 [kPa] Pressione inf. 57.4049 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 39.6157 [kPa] Pressione inf. 57.4049 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 55.5938 [kPa] Pressione inf. 55.5938 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]
 Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.2148 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	-15.35	61.2148
-15.35	-7.06	64.4595
-7.06	-5.46	66.1768
-5.46	7.64	70.0283
7.64	9.24	66.7836
9.24	20.24	65.0663
20.24	30.24	61.2148

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 29.8617 [kPa] Pressione inf. 44.6984 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 29.8617 [kPa] Pressione inf. 44.6984 [kPa]

Falda

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 125 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

Spinta 4.90[kN]
 Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.2148 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	-15.35	61.2148
-15.35	-7.06	63.6483
-7.06	-5.46	64.9363
-5.46	7.64	67.8249
7.64	9.24	65.3914
9.24	20.24	64.1034
20.24	30.24	61.2148

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 28.9222 [kPa] Pressione inf. 43.7588 [kPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 28.9222 [kPa] Pressione inf. 43.7588 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]
 Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.2148 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	30.24	61.2148

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 26.1034 [kPa] Pressione inf. 40.9401 [kPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 26.1034 [kPa] Pressione inf. 40.9401 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]
 Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 16

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.2148 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	-15.35	61.2148
-15.35	-8.95	63.9441
-8.95	5.75	65.6614
5.75	7.35	62.9321
7.35	30.24	61.2148

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 27.9996 [kPa] Pressione inf. 42.8362 [kPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 13.9998 [kPa] Pressione inf. 21.4181 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]
 Sottospinta 9.81[kPa]

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 126 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

Analisi della combinazione n° 17

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.2148 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	-15.35	61.2148
-15.35	-8.95	63.2618
-8.95	5.75	64.5498
5.75	7.35	62.5028
7.35	30.24	61.2148

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 27.5255 [kPa] Pressione inf. 42.3622 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 13.7628 [kPa] Pressione inf. 21.1811 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 18

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.2148 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	30.24	61.2148

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 26.1034 [kPa] Pressione inf. 40.9401 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 13.0517 [kPa] Pressione inf. 20.4700 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 19

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.2148 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.35	-15.35	61.2148
-15.35	-8.95	63.2618
-8.95	5.75	64.5498
5.75	7.35	62.5028
7.35	30.24	61.2148

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 27.5255 [kPa] Pressione inf. 42.3622 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 13.7628 [kPa] Pressione inf. 21.1811 [kPa]

Falda

Spinta 4.90[kN]

Sottospinta 9.81[kPa]

Analisi della combinazione n° 20

Pressione in calotta(solo peso terreno) 61.2148 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
----	----	--------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	128 di 166

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.351	0.177
0.58	0.200	0.255
1.09	0.178	0.333
1.60	0.204	0.426
2.09	0.384	0.530

Spostamenti traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.351	0.177
0.58	0.533	0.298
1.09	0.553	0.398
1.60	0.525	0.474
2.09	0.384	0.530

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.383	0.124
0.58	0.215	0.212
1.09	0.190	0.299
1.60	0.218	0.397
2.09	0.408	0.507

Spostamenti traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.383	0.124
0.58	0.574	0.247
1.09	0.597	0.352
1.60	0.567	0.437
2.09	0.408	0.507

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	-0.015	0.363
0.58	-0.002	0.349
1.09	0.000	0.341
1.60	0.002	0.349
2.09	0.015	0.363

Spostamenti traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	-0.015	0.363
0.58	0.004	0.393
1.09	0.000	0.405
1.60	-0.004	0.393
2.09	0.015	0.363

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	-0.011	0.323
0.58	-0.002	0.313
1.09	0.000	0.306
1.60	0.002	0.313
2.09	0.011	0.323

Spostamenti traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	-0.011	0.323
0.58	0.004	0.348
1.09	0.000	0.357

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 129 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

1.60	-0.004	0.348
2.09	0.011	0.323

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.346	0.175
0.58	0.197	0.251
1.09	0.175	0.328
1.60	0.201	0.420
2.09	0.378	0.523

Spostamenti traverso (Combinazione n° 7)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.346	0.175
0.58	0.525	0.294
1.09	0.545	0.393
1.60	0.517	0.467
2.09	0.378	0.523

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.378	0.123
0.58	0.212	0.210
1.09	0.188	0.295
1.60	0.215	0.392
2.09	0.402	0.500

Spostamenti traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.378	0.123
0.58	0.566	0.244
1.09	0.589	0.347
1.60	0.559	0.431
2.09	0.402	0.500

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.848	-0.236
0.58	0.418	0.001
1.09	0.354	0.227
1.60	0.414	0.446
2.09	0.830	0.676

Spostamenti traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.848	-0.236
0.58	1.260	0.006
1.09	1.317	0.236
1.60	1.247	0.461
2.09	0.830	0.676

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
0.10	0.866	-0.282
0.58	0.416	-0.033
1.09	0.348	0.205
1.60	0.411	0.435
2.09	0.845	0.675

Spostamenti traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	u_x [cm]	u_y [cm]
-------	------------	------------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 130 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

0.10	0.866	-0.282
0.58	1.296	-0.030
1.09	1.356	0.211
1.60	1.283	0.448
2.09	0.845	0.675

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	1.002	-0.265
0.58	0.497	0.013
1.09	0.422	0.278
1.60	0.492	0.533
2.09	0.977	0.801

Spostamenti traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	1.002	-0.265
0.58	1.481	0.014
1.09	1.548	0.282
1.60	1.467	0.546
2.09	0.977	0.801

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	1.017	-0.307
0.58	0.495	-0.018
1.09	0.416	0.257
1.60	0.489	0.522
2.09	0.990	0.799

Spostamenti traverso (Combinazione n° 12)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	1.017	-0.307
0.58	1.513	-0.019
1.09	1.583	0.259
1.60	1.499	0.533
2.09	0.990	0.799

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	-0.011	0.275
0.58	-0.002	0.266
1.09	0.000	0.260
1.60	0.002	0.266
2.09	0.011	0.275

Spostamenti traverso (Combinazione n° 13)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	-0.011	0.275
0.58	0.004	0.300
1.09	0.000	0.309
1.60	-0.004	0.300
2.09	0.011	0.275

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	-0.010	0.268
0.58	-0.002	0.259
1.09	0.000	0.253
1.60	0.002	0.259

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	131 di 166

2.09 0.010 0.268

Spostamenti traverso (Combinazione n° 14)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	-0.010	0.268
0.58	0.004	0.293
1.09	0.000	0.301
1.60	-0.004	0.293
2.09	0.010	0.268

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	-0.009	0.246
0.58	-0.001	0.238
1.09	0.000	0.233
1.60	0.001	0.238
2.09	0.009	0.246

Spostamenti traverso (Combinazione n° 15)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	-0.009	0.246
0.58	0.004	0.270
1.09	0.000	0.278
1.60	-0.004	0.270
2.09	0.009	0.246

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.261	0.131
0.58	0.148	0.189
1.09	0.132	0.246
1.60	0.151	0.315
2.09	0.284	0.393

Spostamenti traverso (Combinazione n° 16)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.261	0.131
0.58	0.395	0.222
1.09	0.410	0.296
1.60	0.388	0.352
2.09	0.284	0.393

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 17)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.257	0.129
0.58	0.146	0.186
1.09	0.130	0.243
1.60	0.149	0.311
2.09	0.280	0.387

Spostamenti traverso (Combinazione n° 17)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.257	0.129
0.58	0.390	0.219
1.09	0.404	0.292
1.60	0.383	0.347
2.09	0.280	0.387

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 18)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.247	0.124

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	132 di 166

0.58	0.141	0.178
1.09	0.125	0.233
1.60	0.143	0.298
2.09	0.268	0.370

Spostamenti traverso (Combinazione n° 18)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.247	0.124
0.58	0.374	0.210
1.09	0.388	0.280
1.60	0.367	0.333
2.09	0.268	0.370

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 19)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.257	0.129
0.58	0.146	0.186
1.09	0.130	0.243
1.60	0.149	0.311
2.09	0.279	0.387

Spostamenti traverso (Combinazione n° 19)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.257	0.129
0.58	0.390	0.219
1.09	0.404	0.292
1.60	0.383	0.347
2.09	0.279	0.387

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 20)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.247	0.124
0.58	0.141	0.178
1.09	0.125	0.233
1.60	0.143	0.298
2.09	0.268	0.370

Spostamenti traverso (Combinazione n° 20)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.247	0.124
0.58	0.374	0.210
1.09	0.388	0.280
1.60	0.367	0.333
2.09	0.268	0.370

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 21)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.247	0.124
0.58	0.141	0.178
1.09	0.125	0.233
1.60	0.143	0.298
2.09	0.268	0.370

Spostamenti traverso (Combinazione n° 21)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.10	0.247	0.124
0.58	0.374	0.210
1.09	0.388	0.280
1.60	0.367	0.333
2.09	0.268	0.370

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 133 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-15.6633	-2.6878	104.0523
0.58	5.2552	-23.6464	74.2412
1.09	12.3193	1.4505	62.9834
1.60	5.2552	24.4291	78.1078
2.09	-15.6633	2.6878	104.0523

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-15.6633	2.4211	104.0588
0.58	3.3627	24.8398	61.2528
1.09	10.3536	1.1541	47.0132
1.60	3.3627	-21.8044	62.3978
2.09	-15.6633	-2.4211	104.0588

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-12.1905	-2.3913	94.5728
0.58	3.9774	-18.4294	72.4696
1.09	9.4531	1.1185	63.9238
1.60	3.9774	18.8313	75.7894
2.09	-12.1905	2.3913	94.5728

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-12.1905	2.2520	94.5762
0.58	2.3967	19.4867	61.7085
1.09	7.7873	1.2434	50.6519
1.60	2.3967	-16.4353	62.5903
2.09	-12.1905	-2.2520	94.5762

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-14.3277	6.3422	90.9657
0.58	-1.7398	-27.2134	82.2114
1.09	11.2563	-15.8970	67.3471
1.60	12.8277	14.6447	70.5962
2.09	-18.5590	16.2126	105.2933

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-14.3277	10.7980	90.5449
0.58	7.3006	21.0926	46.6582
1.09	11.2766	-6.5571	35.9917
1.60	-0.1119	-29.8432	57.9700
2.09	-18.5590	11.0265	105.9620

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.0042	7.2942	81.7342
0.58	-3.4704	-22.6217	81.9142
1.09	8.5248	-17.6187	69.2316
1.60	12.2736	8.6388	68.5171
2.09	-15.5427	17.1163	97.2910

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	134 di 166

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.0042	11.2959	81.2779
0.58	6.7796	15.9224	46.4046
1.09	9.0443	-7.1223	38.9313
1.60	-1.2634	-25.6086	58.3970
2.09	-15.5427	12.3218	98.0137

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-16.6225	-4.4603	101.0482
0.58	5.1660	-23.7151	70.9019
1.09	12.2361	1.4483	59.8639
1.60	5.1660	24.5466	74.7031
2.09	-16.6225	4.4603	101.0482

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-16.6225	0.5033	101.1453
0.58	0.2069	23.1398	61.1668
1.09	6.7133	1.1684	47.5966
1.60	0.2069	-20.1106	62.2286
2.09	-16.6225	-0.5033	101.1453

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-13.0339	-3.8695	92.0146
0.58	3.9238	-18.5568	69.4968
1.09	9.4263	1.1206	61.0906
1.60	3.9238	19.0066	72.7642
2.09	-13.0339	3.8695	92.0146

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-13.0339	0.6501	92.0936
0.58	-0.2124	18.1446	61.4480
1.09	4.7981	1.2496	50.9033
1.60	-0.2124	-15.1076	62.2643
2.09	-13.0339	-0.6501	92.0936

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-15.5172	4.4284	89.5336
0.58	-1.6280	-27.6109	79.5697
1.09	11.4040	-15.6307	64.7678
1.60	12.7324	15.2919	68.1631
2.09	-19.6908	17.8027	103.6520

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-15.5172	8.8163	89.2085
0.58	4.1874	19.8280	47.5533
1.09	7.8305	-6.4164	37.3002
1.60	-3.1172	-28.3771	58.6476
2.09	-19.6908	12.6953	104.4007

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-12.0195	5.6757	80.5330
0.58	-3.3486	-22.9774	79.5811
1.09	8.6710	-17.3482	66.9397

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	135 di 166

1.60	12.1837	9.2416	66.4006
2.09	-16.4991	18.4042	95.8761

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-12.0195	9.6204	80.1575
0.58	4.1843	14.9128	47.0850
1.09	6.1908	-6.9870	39.9254
1.60	-3.7486	-24.4042	58.8693
2.09	-16.4991	13.6777	96.6637

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	3.1863	17.8647	52.4095
0.58	-17.8957	-3.1451	111.1156
1.09	-5.7103	-40.4273	108.2956
1.60	15.3809	-26.4850	80.6507
2.09	-5.9100	33.2831	86.0392

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	3.1863	20.4148	51.4698
0.58	6.3295	-9.4720	50.7891
1.09	-1.5470	-15.9587	60.4468
1.60	-10.9095	-13.2248	75.6901
2.09	-5.9100	29.0213	87.5686

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	3.8864	17.3839	50.2729
0.58	-18.2079	-0.3640	108.9275
1.09	-6.7635	-40.9618	107.7492
1.60	15.1081	-28.5631	78.9954
2.09	-5.2153	33.7641	83.9079

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	3.8864	19.8297	49.3594
0.58	5.9879	-10.3717	50.8921
1.09	-2.1473	-15.9484	60.9798
1.60	-11.2539	-12.3258	75.7518
2.09	-5.2153	29.6063	85.4636

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	5.3717	21.1772	65.5165
0.58	-21.6170	-1.9590	139.2683
1.09	-7.7820	-47.9184	136.8250
1.60	17.7783	-33.6338	102.7043
2.09	-5.4192	39.3749	105.2461

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	5.3717	24.3664	64.3985
0.58	7.2055	-13.2630	67.9435
1.09	-2.7705	-18.6298	80.5814
1.60	-13.1777	-13.2395	97.1358
2.09	-5.4192	34.1633	107.0513

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
-------	---------	--------	--------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	136 di 166

0.10	6.0631	20.7180	63.3776
0.58	-21.9576	0.6809	137.1849
1.09	-8.7882	-48.4436	136.3005
1.60	17.5149	-35.6171	101.0938
2.09	-4.7388	39.8344	103.1182

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	6.0631	23.8028	62.2847
0.58	6.8723	-14.1545	68.0264
1.09	-3.3609	-18.6228	81.0929
1.60	-13.5167	-12.3544	97.1808
2.09	-4.7388	34.7266	104.9486

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.8011	-2.0763	77.0737
0.58	3.7760	-17.5771	54.9063
1.09	9.0269	1.0778	46.5479
1.60	3.7760	18.1611	57.7738
2.09	-11.8011	2.0763	77.0737

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.8011	1.7081	77.0827
0.58	2.2193	18.3578	45.4467
1.09	7.3858	0.8570	34.9099
1.60	2.2193	-16.1057	46.2927
2.09	-11.8011	-1.7081	77.0827

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.1797	-1.6728	74.8906
0.58	3.5932	-16.8220	53.9019
1.09	8.6191	1.0368	45.9107
1.60	3.5932	17.3704	56.6802
2.09	-11.1797	1.6728	74.8906

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.1797	2.0039	74.8824
0.58	2.6790	17.9448	43.8891
1.09	7.7296	0.8255	33.6256
1.60	2.6790	-15.7696	44.7167
2.09	-11.1797	-2.0039	74.8824

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.1926	-1.5927	68.3134
0.58	3.1218	-15.0875	49.9214
1.09	7.6235	0.9397	42.8968
1.60	3.1218	15.5761	52.4588
2.09	-10.1926	1.5927	68.3134

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.1926	1.7612	68.3093
0.58	2.2159	16.1484	40.2001
1.09	6.7589	0.7586	30.9032
1.60	2.2159	-14.1564	40.9441
2.09	-10.1926	-1.7612	68.3093

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N _i prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 137 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.8101	4.6098	67.3796
0.58	-1.4072	-20.2119	60.8266
1.09	8.2362	-11.7747	49.7986
1.60	9.3851	10.9056	52.2200
2.09	-13.9447	12.0974	77.9931

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.8101	7.9104	67.0723
0.58	5.1356	15.5805	34.6383
1.09	8.0682	-4.8552	26.7487
1.60	-0.3554	-22.0591	43.0153
2.09	-13.9447	8.2559	78.4927

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 17)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.3561	4.9034	66.3606
0.58	-1.4438	-19.6848	60.3715
1.09	7.9930	-11.6208	49.5991
1.60	9.1972	10.4916	51.8679
2.09	-13.4485	11.5642	76.8196

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 17)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.3561	8.1536	66.0401
0.58	5.6253	15.4872	33.8119
1.09	8.5535	-4.7932	26.0068
1.60	0.2140	-21.8890	42.0712
2.09	-13.4485	7.7809	77.2945

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 18)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-9.8731	4.6572	63.2759
0.58	-1.4749	-18.6443	58.0174
1.09	7.4956	-11.1305	47.8739
1.60	8.7109	9.8380	49.8567
2.09	-12.8388	11.0912	73.2712

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 18)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-9.8731	7.7564	62.9712
0.58	5.2533	14.6519	32.3135
1.09	8.0088	-4.5795	24.9080
1.60	0.0811	-20.7755	40.1912
2.09	-12.8388	7.4826	73.7272

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 19)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.8214	3.0253	66.3148
0.58	-1.3127	-20.5865	58.7232
1.09	8.3801	-11.5732	47.7210
1.60	9.3259	11.4722	50.2763
2.09	-14.9133	13.4423	76.7732

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 19)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-11.8214	6.2755	66.0864
0.58	2.5567	14.5615	35.4466

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	138 di 166

1.09	5.2191	-4.7468	27.8849
1.60	-2.8543	-20.8837	43.6583
2.09	-14.9133	9.6590	77.3403

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 20)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.1662	4.2816	63.2668
0.58	-1.4487	-18.8246	57.6877
1.09	7.5730	-11.1210	47.4983
1.60	8.7367	10.0342	49.5384
2.09	-13.1317	11.4668	73.2619

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 20)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-10.1662	7.3808	62.9805
0.58	4.6396	14.4667	32.6405
1.09	7.3419	-4.5702	25.2836
1.60	-0.5326	-20.5744	40.5086
2.09	-13.1317	7.8582	73.7363

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 21)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-9.8731	4.6572	63.2759
0.58	-1.4749	-18.6443	58.0174
1.09	7.4956	-11.1305	47.8739
1.60	8.7109	9.8380	49.8567
2.09	-12.8388	11.0912	73.2712

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 21)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.10	-9.8731	7.7564	62.9712
0.58	5.2533	14.6519	32.3135
1.09	8.0088	-4.5795	24.9080
1.60	0.0811	-20.7755	40.1912
2.09	-12.8388	7.4826	73.7272

Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
N_u	Sforzo normale ultimo, espressa in kN
M_u	Momento ultimo, espressa in kNm
A_{fi}	Area armatura inferiore, espresse in cm ²
A_{fs}	Area armatura superiore, espresse in cm ²
CS	Coeff. di sicurezza sezione
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
A_{sv}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm ²

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 19.00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.10	15.66 (15.66)	104.05	367.54	55.33	5.65	5.65	3.53
2	0.58	-5.26 (-8.02)	74.24	616.80	-66.65	5.65	5.65	8.31

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	139 di 166

3	1.09	-12.32 (-12.32)	62.98	252.23	-49.33	5.65	5.65	4.00
4	1.60	-5.26 (-8.11)	78.11	656.73	-68.22	5.65	5.65	8.41
5	2.09	15.66 (15.66)	104.05	367.54	55.33	5.65	5.65	3.53

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	-2.69	82.75	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-23.65	80.08	0.00	0.00	0.00
3	1.09	1.45	78.53	0.00	0.00	0.00
4	1.60	24.43	79.69	0.00	0.00	0.00
5	2.09	2.69	82.75	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-15.66 (-15.66)	104.06	367.57	-55.33	5.65	5.65	3.53
2	0.58	3.36 (6.27)	61.25	672.65	68.84	5.65	5.65	10.98
3	1.09	10.35 (10.35)	47.01	215.31	47.42	5.65	5.65	4.58
4	1.60	3.36 (5.91)	62.40	764.39	72.45	5.65	5.65	12.25
5	2.09	-15.66 (-15.66)	104.06	367.57	-55.33	5.65	5.65	3.53

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	2.42	82.75	0.00	0.00	0.00
2	0.58	24.84	78.47	0.00	0.00	0.00
3	1.09	1.15	76.89	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-21.80	78.35	0.00	0.00	0.00
5	2.09	-2.42	82.75	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	12.19 (12.19)	94.57	465.32	59.98	5.65	5.65	4.92
2	0.58	-3.98 (-6.13)	72.47	921.21	-77.97	5.65	5.65	12.71
3	1.09	-9.45 (-9.45)	63.92	377.69	-55.85	5.65	5.65	5.91
4	1.60	-3.98 (-6.18)	75.79	979.51	-79.88	5.65	5.65	12.92
5	2.09	12.19 (12.19)	94.57	465.32	59.98	5.65	5.65	4.92

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	-2.39	81.77	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-18.43	79.84	0.00	0.00	0.00
3	1.09	1.12	78.63	0.00	0.00	0.00
4	1.60	18.83	79.50	0.00	0.00	0.00
5	2.09	2.39	81.77	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-12.19 (-12.19)	94.58	465.35	-59.98	5.65	5.65	4.92
2	0.58	2.40 (4.68)	61.71	1085.01	82.23	5.65	5.65	17.58



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	140 di 166

3	1.09	7.79 (7.79)	50.65	355.95	54.72	5.65	5.65	7.03
4	1.60	2.40 (4.32)	62.59	1215.92	83.92	5.65	5.65	19.43
5	2.09	-12.19 (-12.19)	94.58	465.35	-59.98	5.65	5.65	4.92

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	2.25	81.77	0.00	0.00	0.00
2	0.58	19.49	78.49	0.00	0.00	0.00
3	1.09	1.24	77.27	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-16.44	78.40	0.00	0.00	0.00
5	2.09	-2.25	81.77	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	14.33 (15.07)	90.97	318.62	52.78	5.65	5.65	3.50
2	0.58	1.74 (4.92)	82.21	1420.74	85.09	5.65	5.65	17.28
3	1.09	-11.26 (-13.12)	67.35	253.71	-49.41	5.65	5.65	3.77
4	1.60	-12.83 (-14.21)	70.60	242.69	-48.84	5.65	5.65	3.44
5	2.09	18.56 (18.56)	105.29	291.47	51.37	5.65	5.65	2.77

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	6.34	81.40	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-27.21	80.84	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-15.90	79.06	0.00	0.00	0.00
4	1.60	14.64	79.07	0.00	0.00	0.00
5	2.09	16.21	82.87	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-14.33 (-15.59)	90.54	301.33	-51.89	5.65	5.65	3.33
2	0.58	7.30 (9.77)	46.66	230.17	48.19	5.65	5.65	4.93
3	1.09	11.28 (11.73)	35.99	132.21	43.10	5.65	5.65	3.67
4	1.60	-0.11 (-3.60)	57.97	1364.32	-84.81	5.65	5.65	23.53
5	2.09	-18.56 (-19.69)	105.96	270.71	-50.30	5.65	5.65	2.55

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	10.80	81.36	0.00	0.00	0.00
2	0.58	21.09	76.96	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-6.56	75.72	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-29.84	77.86	0.00	0.00	0.00
5	2.09	11.03	82.94	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	11.00 (11.86)	81.73	389.08	56.45	5.65	5.65	4.76
2	0.58	3.47 (6.12)	81.91	1104.47	82.48	5.65	5.65	13.48

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	141 di 166

3	1.09	-8.52 (-10.59)	69.23	358.88	-54.88	5.65	5.65	5.18
4	1.60	-12.27 (-12.71)	68.52	271.22	-50.32	5.65	5.65	3.96
5	2.09	15.54 (15.54)	97.29	336.09	53.69	5.65	5.65	3.45

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	7.29	80.46	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-22.62	80.75	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-17.62	79.26	0.00	0.00	0.00
4	1.60	8.64	78.92	0.00	0.00	0.00
5	2.09	17.12	82.05	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-11.00 (-12.33)	81.28	363.42	-55.11	5.65	5.65	4.47
2	0.58	6.78 (8.64)	46.40	269.80	50.25	5.65	5.65	5.81
3	1.09	9.04 (9.71)	38.93	183.55	45.77	5.65	5.65	4.71
4	1.60	-1.26 (-4.26)	58.40	1136.38	-82.89	5.65	5.65	19.46
5	2.09	-15.54 (-16.98)	98.01	298.61	-51.74	5.65	5.65	3.05

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	11.30	80.41	0.00	0.00	0.00
2	0.58	15.92	76.90	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-7.12	76.02	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-25.61	77.92	0.00	0.00	0.00
5	2.09	12.32	82.13	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	16.62 (16.62)	101.05	321.92	52.96	5.65	5.65	3.19
2	0.58	-5.17 (-7.94)	70.90	581.02	-65.07	5.65	5.65	8.19
3	1.09	-12.24 (-12.24)	59.86	237.66	-48.58	5.65	5.65	3.97
4	1.60	-5.17 (-8.04)	74.70	620.93	-66.81	5.65	5.65	8.31
5	2.09	16.62 (16.62)	101.05	321.92	52.96	5.65	5.65	3.19

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	-4.46	82.44	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-23.72	79.73	0.00	0.00	0.00
3	1.09	1.45	78.21	0.00	0.00	0.00
4	1.60	24.55	79.34	0.00	0.00	0.00
5	2.09	4.46	82.44	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-16.62 (-16.66)	101.15	321.33	-52.93	5.65	5.65	3.18
2	0.58	0.21 (2.91)	61.17	1781.42	84.87	5.65	5.65	29.12



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	142 di 166

3	1.09	6.71 (6.71)	47.60	406.67	57.36	5.65	5.65	8.54
4	1.60	0.21 (2.56)	62.23	2016.50	82.95	5.65	5.65	32.40
5	2.09	-16.62 (-16.66)	101.15	321.33	-52.93	5.65	5.65	3.18

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	0.50	82.45	0.00	0.00	0.00
2	0.58	23.14	78.45	0.00	0.00	0.00
3	1.09	1.17	76.95	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-20.11	78.34	0.00	0.00	0.00
5	2.09	-0.50	82.45	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	13.03 (13.03)	92.01	403.93	57.22	5.65	5.65	4.39
2	0.58	-3.92 (-6.09)	69.50	869.82	-76.28	5.65	5.65	12.52
3	1.09	-9.43 (-9.43)	61.09	354.00	-54.62	5.65	5.65	5.79
4	1.60	-3.92 (-6.15)	72.76	923.90	-78.06	5.65	5.65	12.70
5	2.09	13.03 (13.03)	92.01	403.93	57.22	5.65	5.65	4.39

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	-3.87	81.51	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-18.56	79.53	0.00	0.00	0.00
3	1.09	1.12	78.34	0.00	0.00	0.00
4	1.60	19.01	79.20	0.00	0.00	0.00
5	2.09	3.87	81.51	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-13.03 (-13.07)	92.09	402.86	-57.16	5.65	5.65	4.37
2	0.58	-0.21 (-2.34)	61.45	2131.33	-81.00	5.65	5.65	34.69
3	1.09	4.80 (4.80)	50.90	771.56	72.73	5.65	5.65	15.16
4	1.60	-0.21 (-1.98)	62.26	2365.36	-75.22	5.65	5.65	37.99
5	2.09	-13.03 (-13.07)	92.09	402.86	-57.16	5.65	5.65	4.37

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	0.65	81.52	0.00	0.00	0.00
2	0.58	18.14	78.46	0.00	0.00	0.00
3	1.09	1.25	77.29	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-15.11	78.37	0.00	0.00	0.00
5	2.09	-0.65	81.52	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	15.52 (16.04)	89.53	284.96	51.04	5.65	5.65	3.18
2	0.58	1.63 (4.86)	79.57	1391.16	84.94	5.65	5.65	17.48

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	143 di 166

3	1.09	-11.40 (-13.23)	64.77	237.80	-48.59	5.65	5.65	3.67
4	1.60	-12.73 (-14.22)	68.16	231.20	-48.24	5.65	5.65	3.39
5	2.09	19.69 (19.69)	103.65	262.51	49.87	5.65	5.65	2.53

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	4.43	81.26	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-27.61	80.56	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-15.63	78.80	0.00	0.00	0.00
4	1.60	15.29	78.82	0.00	0.00	0.00
5	2.09	17.80	82.70	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-15.52 (-16.55)	89.21	271.29	-50.33	5.65	5.65	3.04
2	0.58	4.19 (6.51)	47.55	425.52	58.23	5.65	5.65	8.95
3	1.09	7.83 (8.30)	37.30	212.38	47.26	5.65	5.65	5.69
4	1.60	-3.12 (-6.44)	58.65	600.74	-65.94	5.65	5.65	10.24
5	2.09	-19.69 (-21.15)	104.40	240.45	-48.72	5.65	5.65	2.30

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	8.82	81.22	0.00	0.00	0.00
2	0.58	19.83	77.04	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-6.42	75.86	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-28.38	77.94	0.00	0.00	0.00
5	2.09	12.70	82.78	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	12.02 (12.68)	80.53	343.29	54.07	5.65	5.65	4.26
2	0.58	3.35 (6.04)	79.58	1083.74	82.21	5.65	5.65	13.62
3	1.09	-8.67 (-10.70)	66.94	335.77	-53.68	5.65	5.65	5.02
4	1.60	-12.18 (-12.70)	66.40	259.96	-49.74	5.65	5.65	3.91
5	2.09	16.50 (16.50)	95.88	301.59	51.90	5.65	5.65	3.15

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	5.68	80.33	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-22.98	80.51	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-17.35	79.03	0.00	0.00	0.00
4	1.60	9.24	78.70	0.00	0.00	0.00
5	2.09	18.40	81.91	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-12.02 (-13.15)	80.16	323.39	-53.03	5.65	5.65	4.03
2	0.58	4.18 (5.93)	47.09	482.24	60.72	5.65	5.65	10.24



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	144 di 166

3	1.09	6.19 (6.87)	39.93	301.82	51.91	5.65	5.65	7.56
4	1.60	-3.75 (-6.60)	58.87	579.46	-65.00	5.65	5.65	9.84
5	2.09	-16.50 (-18.10)	96.66	267.81	-50.14	5.65	5.65	2.77

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	9.62	80.29	0.00	0.00	0.00
2	0.58	14.91	76.97	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-6.99	76.12	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-24.40	77.98	0.00	0.00	0.00
5	2.09	13.68	81.99	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 9 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-3.19 (-5.28)	52.41	690.91	-69.56	5.65	5.65	13.18
2	0.58	17.90 (17.90)	111.12	332.09	53.48	5.65	5.65	2.99
3	1.09	5.71 (10.44)	108.30	742.58	71.59	5.65	5.65	6.86
4	1.60	-15.38 (-18.48)	80.65	204.49	-46.85	5.65	5.65	2.54
5	2.09	5.91 (9.80)	86.04	564.79	64.36	5.65	5.65	6.56

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	17.86	77.45	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-3.15	83.47	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-40.43	83.38	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-26.48	80.46	0.00	0.00	0.00
5	2.09	33.28	80.90	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 9 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	3.19 (5.57)	51.47	614.29	66.54	5.65	5.65	11.93
2	0.58	6.33 (7.44)	50.79	383.44	56.15	5.65	5.65	7.55
3	1.09	-1.55 (-3.41)	60.45	1509.59	-85.26	5.65	5.65	24.97
4	1.60	-10.91 (-12.46)	75.69	321.70	-52.94	5.65	5.65	4.25
5	2.09	-5.91 (-9.31)	87.57	633.30	-67.30	5.65	5.65	7.23

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	20.41	77.35	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-9.47	77.23	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-15.96	78.18	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-13.22	79.76	0.00	0.00	0.00
5	2.09	29.02	81.05	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 10 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-3.89 (-5.92)	50.27	535.58	-63.07	5.65	5.65	10.65
2	0.58	18.21 (18.21)	108.93	314.35	52.56	5.65	5.65	2.89



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	145 di 166

3	1.09	6.76 (11.56)	107.75	624.12	66.94	5.65	5.65	5.79
4	1.60	-15.11 (-18.45)	79.00	199.50	-46.60	5.65	5.65	2.53
5	2.09	5.22 (9.17)	83.91	605.60	66.15	5.65	5.65	7.22

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	17.38	77.23	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-0.36	83.23	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-40.96	83.33	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-28.56	80.31	0.00	0.00	0.00
5	2.09	33.76	80.68	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 10 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	3.89 (6.21)	49.36	483.31	60.77	5.65	5.65	9.79
2	0.58	5.99 (7.20)	50.89	404.60	57.25	5.65	5.65	7.95
3	1.09	-2.15 (-4.01)	60.98	1282.40	-84.40	5.65	5.65	21.03
4	1.60	-11.25 (-12.70)	75.75	313.29	-52.51	5.65	5.65	4.14
5	2.09	-5.22 (-8.68)	85.46	681.19	-69.18	5.65	5.65	7.97

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	19.83	77.13	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-10.37	77.23	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-15.95	78.24	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-12.33	79.77	0.00	0.00	0.00
5	2.09	29.61	80.84	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 11 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-5.37 (-7.85)	65.52	521.14	-62.44	5.65	5.65	7.95
2	0.58	21.62 (21.62)	139.27	350.86	54.46	5.65	5.65	2.52
3	1.09	7.78 (13.39)	136.83	724.26	70.87	5.65	5.65	5.29
4	1.60	-17.78 (-21.71)	102.70	227.20	-48.03	5.65	5.65	2.21
5	2.09	5.42 (10.03)	105.25	757.74	72.18	5.65	5.65	7.20

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	21.18	78.79	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-1.96	86.36	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-47.92	86.35	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-33.63	82.75	0.00	0.00	0.00
5	2.09	39.37	82.87	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 11 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	5.37 (8.22)	64.40	472.10	60.28	5.65	5.65	7.33
2	0.58	7.21 (8.76)	67.94	465.38	59.98	5.65	5.65	6.85

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	146 di 166

3	1.09	-2.77 (-4.95)	80.58	1382.00	-84.90	5.65	5.65	17.15
4	1.60	-13.18 (-14.73)	97.14	363.56	-55.12	5.65	5.65	3.74
5	2.09	-5.42 (-9.42)	107.05	865.74	-76.15	5.65	5.65	8.09

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	24.37	78.68	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-13.26	78.96	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-18.63	80.23	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-13.24	81.96	0.00	0.00	0.00
5	2.09	34.16	83.05	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 12 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	-6.06 (-8.49)	63.38	439.38	-58.84	5.65	5.65	6.93
2	0.58	21.96 (22.02)	137.18	333.70	53.57	5.65	5.65	2.43
3	1.09	8.79 (14.46)	136.30	635.23	67.37	5.65	5.65	4.66
4	1.60	-17.51 (-21.68)	101.09	222.93	-47.81	5.65	5.65	2.21
5	2.09	4.74 (9.40)	103.12	817.78	74.54	5.65	5.65	7.93

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	20.72	78.57	0.00	0.00	0.00
2	0.58	0.68	86.13	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-48.44	86.29	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-35.62	82.61	0.00	0.00	0.00
5	2.09	39.83	82.65	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 12 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.10	6.06 (8.85)	62.28	402.10	57.12	5.65	5.65	6.46
2	0.58	6.87 (8.53)	68.03	485.52	60.87	5.65	5.65	7.14
3	1.09	-3.36 (-5.54)	81.09	1231.29	-84.11	5.65	5.65	15.18
4	1.60	-13.52 (-14.96)	97.18	355.18	-54.68	5.65	5.65	3.65
5	2.09	-4.74 (-8.80)	104.95	935.08	-78.42	5.65	5.65	8.91

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.10	23.80	78.46	0.00	0.00	0.00
2	0.58	-14.15	78.97	0.00	0.00	0.00
3	1.09	-18.62	80.29	0.00	0.00	0.00
4	1.60	-12.35	81.97	0.00	0.00	0.00
5	2.09	34.73	82.84	0.00	0.00	0.00

Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

N° Indice sezione

X Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m

M Momento flettente, espresso in kNm

V Taglio, espresso in kN

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	147 di 166

N	Sforzo normale, espresso in kN
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in cm ²
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in cm ²
σ_{fi}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espressa in MPa
σ_{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espressa in MPa
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in MPa
τ_c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espressa in MPa
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm ²

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	11.80	77.07	5.65	5.65	2.53	98.94	4.26
2	0.58	-3.78	54.91	5.65	5.65	8.36	8.97	1.13
3	1.09	-9.03	46.55	5.65	5.65	87.12	2.36	3.35
4	1.60	-3.78	57.77	5.65	5.65	6.79	9.49	1.12
5	2.09	11.80	77.07	5.65	5.65	2.53	98.94	4.26

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	-2.08	-0.019	0.00
2	0.58	-17.58	-0.159	0.00
3	1.09	1.08	0.010	0.00
4	1.60	18.16	0.164	0.00
5	2.09	2.08	0.019	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-11.80	77.08	5.65	5.65	98.93	2.54	4.26
2	0.58	2.22	45.45	5.65	5.65	7.14	0.32	0.62
3	1.09	7.39	34.91	5.65	5.65	3.07	74.26	2.76
4	1.60	2.22	46.29	5.65	5.65	7.24	0.53	0.62
5	2.09	-11.80	77.08	5.65	5.65	98.93	2.54	4.26

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	1.71	0.015	0.00
2	0.58	18.36	0.166	0.00
3	1.09	0.86	0.008	0.00
4	1.60	-16.11	-0.146	0.00
5	2.09	-1.71	-0.015	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	11.18	74.89	5.65	5.65	3.03	92.03	4.02
2	0.58	-3.59	53.90	5.65	5.65	7.03	8.84	1.07
3	1.09	-8.62	45.91	5.65	5.65	81.82	1.74	3.19
4	1.60	-3.59	56.68	5.65	5.65	5.60	9.32	1.05
5	2.09	11.18	74.89	5.65	5.65	3.03	92.03	4.02

Verifiche taglio

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N _i prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 148 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------------------	-----------	-------------------------------

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	-1.67	-0.015	0.00
2	0.58	-16.82	-0.152	0.00
3	1.09	1.04	0.009	0.00
4	1.60	17.37	0.157	0.00
5	2.09	1.67	0.015	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-11.18	74.88	5.65	5.65	92.04	3.03	4.02
2	0.58	2.68	43.89	5.65	5.65	7.21	3.40	0.78
3	1.09	7.73	33.63	5.65	5.65	4.26	80.46	2.91
4	1.60	2.68	44.72	5.65	5.65	7.33	3.04	0.77
5	2.09	-11.18	74.88	5.65	5.65	92.04	3.03	4.02

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	2.00	0.018	0.00
2	0.58	17.94	0.162	0.00
3	1.09	0.83	0.007	0.00
4	1.60	-15.77	-0.143	0.00
5	2.09	-2.00	-0.018	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	10.19	68.31	5.65	5.65	2.77	83.87	3.67
2	0.58	-3.12	49.92	5.65	5.65	4.54	8.20	0.91
3	1.09	-7.62	42.90	5.65	5.65	70.24	0.73	2.80
4	1.60	-3.12	52.46	5.65	5.65	3.39	8.60	0.90
5	2.09	10.19	68.31	5.65	5.65	2.77	83.87	3.67

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	-1.59	-0.014	0.00
2	0.58	-15.09	-0.137	0.00
3	1.09	0.94	0.009	0.00
4	1.60	15.58	0.141	0.00
5	2.09	1.59	0.014	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-10.19	68.31	5.65	5.65	83.88	2.77	3.67
2	0.58	2.22	40.20	5.65	5.65	6.51	1.24	0.63
3	1.09	6.76	30.90	5.65	5.65	3.18	68.94	2.53
4	1.60	2.22	40.94	5.65	5.65	6.61	0.99	0.62
5	2.09	-10.19	68.31	5.65	5.65	83.88	2.77	3.67

Verifiche taglio

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	149 di 166

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	1.76	0.016	0.00
2	0.58	16.15	0.146	0.00
3	1.09	0.76	0.007	0.00
4	1.60	-14.16	-0.128	0.00
5	2.09	-1.76	-0.016	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	10.81	67.38	5.65	5.65	1.22	93.57	3.93
2	0.58	1.41	60.83	5.65	5.65	7.70	4.25	0.51
3	1.09	-8.24	49.80	5.65	5.65	72.70	0.41	3.00
4	1.60	-9.39	52.22	5.65	5.65	87.02	1.11	3.45
5	2.09	13.94	77.99	5.65	5.65	1.51	128.92	5.13

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	4.61	0.042	0.00
2	0.58	-20.21	-0.183	0.00
3	1.09	-11.77	-0.107	0.00
4	1.60	10.91	0.099	0.00
5	2.09	12.10	0.109	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-10.81	67.07	5.65	5.65	93.85	1.12	3.93
2	0.58	5.14	34.64	5.65	5.65	1.47	42.06	1.85
3	1.09	8.07	26.75	5.65	5.65	7.52	91.94	3.09
4	1.60	-0.36	43.02	5.65	5.65	3.79	4.66	0.26
5	2.09	-13.94	78.49	5.65	5.65	128.46	1.33	5.13

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	7.91	0.072	0.00
2	0.58	15.58	0.141	0.00
3	1.09	-4.86	-0.044	0.00
4	1.60	-22.06	-0.200	0.00
5	2.09	8.26	0.075	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	10.36	66.36	5.65	5.65	1.79	87.99	3.75
2	0.58	1.44	60.37	5.65	5.65	7.70	4.16	0.51
3	1.09	-7.99	49.60	5.65	5.65	69.39	0.83	2.91
4	1.60	-9.20	51.87	5.65	5.65	84.63	0.84	3.38
5	2.09	13.45	76.82	5.65	5.65	0.89	122.85	4.94

Verifiche taglio

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	150 di 166

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	4.90	0.044	0.00
2	0.58	-19.68	-0.178	0.00
3	1.09	-11.62	-0.105	0.00
4	1.60	10.49	0.095	0.00
5	2.09	11.56	0.105	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-10.36	66.04	5.65	5.65	88.28	1.68	3.75
2	0.58	5.63	33.81	5.65	5.65	0.21	49.84	2.05
3	1.09	8.55	26.01	5.65	5.65	8.86	99.73	3.29
4	1.60	0.21	42.07	5.65	5.65	4.40	3.87	0.23
5	2.09	-13.45	77.29	5.65	5.65	122.41	0.73	4.93

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	8.15	0.074	0.00
2	0.58	15.49	0.140	0.00
3	1.09	-4.79	-0.043	0.00
4	1.60	-21.89	-0.198	0.00
5	2.09	7.78	0.070	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	9.87	63.28	5.65	5.65	1.71	83.87	3.57
2	0.58	1.47	58.02	5.65	5.65	7.50	3.90	0.50
3	1.09	-7.50	47.87	5.65	5.65	63.83	1.24	2.72
4	1.60	-8.71	49.86	5.65	5.65	79.48	0.54	3.20
5	2.09	12.84	73.27	5.65	5.65	0.88	117.34	4.71

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	4.66	0.042	0.00
2	0.58	-18.64	-0.169	0.00
3	1.09	-11.13	-0.101	0.00
4	1.60	9.84	0.089	0.00
5	2.09	11.09	0.100	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-9.87	62.97	5.65	5.65	84.15	1.61	3.58
2	0.58	5.25	32.31	5.65	5.65	0.45	45.87	1.91
3	1.09	8.01	24.91	5.65	5.65	8.08	92.85	3.07
4	1.60	0.08	40.19	5.65	5.65	4.05	3.85	0.20
5	2.09	-12.84	73.73	5.65	5.65	116.92	0.72	4.71

Verifiche taglio

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N _i .prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 151 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------------------	-----------	-------------------------------

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	7.76	0.070	0.00
2	0.58	14.65	0.133	0.00
3	1.09	-4.58	-0.041	0.00
4	1.60	-20.78	-0.188	0.00
5	2.09	7.48	0.068	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 19 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	11.82	66.31	5.65	5.65	1.21	109.11	4.35
2	0.58	1.31	58.72	5.65	5.65	7.38	4.16	0.48
3	1.09	-8.38	47.72	5.65	5.65	76.69	0.61	3.08
4	1.60	-9.33	50.28	5.65	5.65	87.97	1.67	3.44
5	2.09	14.91	76.77	5.65	5.65	3.95	144.05	5.53

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	3.03	0.027	0.00
2	0.58	-20.59	-0.186	0.00
3	1.09	-11.57	-0.105	0.00
4	1.60	11.47	0.104	0.00
5	2.09	13.44	0.122	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 19 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-11.82	66.09	5.65	5.65	109.32	1.29	4.35
2	0.58	2.56	35.45	5.65	5.65	5.73	6.68	0.78
3	1.09	5.22	27.88	5.65	5.65	1.02	49.46	1.93
4	1.60	-2.85	43.66	5.65	5.65	5.14	7.17	0.84
5	2.09	-14.91	77.34	5.65	5.65	143.52	3.75	5.53

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	6.28	0.057	0.00
2	0.58	14.56	0.132	0.00
3	1.09	-4.75	-0.043	0.00
4	1.60	-20.88	-0.189	0.00
5	2.09	9.66	0.087	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 20 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	10.17	63.27	5.65	5.65	1.12	88.09	3.69
2	0.58	1.45	57.69	5.65	5.65	7.44	3.89	0.50
3	1.09	-7.57	47.50	5.65	5.65	65.28	0.96	2.75
4	1.60	-8.74	49.54	5.65	5.65	80.15	0.71	3.21
5	2.09	13.13	73.26	5.65	5.65	1.48	121.58	4.83

Verifiche taglio

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	152 di 166

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	4.28	0.039	0.00
2	0.58	-18.82	-0.170	0.00
3	1.09	-11.12	-0.101	0.00
4	1.60	10.03	0.091	0.00
5	2.09	11.47	0.104	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 20 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-10.17	62.98	5.65	5.65	88.35	1.02	3.70
2	0.58	4.64	32.64	5.65	5.65	1.78	36.79	1.66
3	1.09	7.34	25.28	5.65	5.65	6.49	82.76	2.80
4	1.60	-0.53	40.51	5.65	5.65	3.33	4.63	0.27
5	2.09	-13.13	73.74	5.65	5.65	121.14	1.32	4.83

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	7.38	0.067	0.00
2	0.58	14.47	0.131	0.00
3	1.09	-4.57	-0.041	0.00
4	1.60	-20.57	-0.186	0.00
5	2.09	7.86	0.071	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	9.87	63.28	5.65	5.65	1.71	83.87	3.57
2	0.58	1.47	58.02	5.65	5.65	7.50	3.90	0.50
3	1.09	-7.50	47.87	5.65	5.65	63.83	1.24	2.72
4	1.60	-8.71	49.86	5.65	5.65	79.48	0.54	3.20
5	2.09	12.84	73.27	5.65	5.65	0.88	117.34	4.71

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	4.66	0.042	0.00
2	0.58	-18.64	-0.169	0.00
3	1.09	-11.13	-0.101	0.00
4	1.60	9.84	0.089	0.00
5	2.09	11.09	0.100	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.10	-9.87	62.97	5.65	5.65	84.15	1.61	3.58
2	0.58	5.25	32.31	5.65	5.65	0.45	45.87	1.91
3	1.09	8.01	24.91	5.65	5.65	8.08	92.85	3.07
4	1.60	0.08	40.19	5.65	5.65	4.05	3.85	0.20
5	2.09	-12.84	73.73	5.65	5.65	116.92	0.72	4.71

Verifiche taglio

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	153 di 166

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.10	7.76	0.070	0.00
2	0.58	14.65	0.133	0.00
3	1.09	-4.58	-0.041	0.00
4	1.60	-20.78	-0.188	0.00
5	2.09	7.48	0.068	0.00

Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N° Indice sezione

X_i Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m

M_p Momento, espresse in kNm

M_n Momento, espresse in kNm

w_k Ampiezza fessure, espresse in mm

w_{lim} Apertura limite fessure, espresse in mm

s Distanza media tra le fessure, espresse in mm

ϵ_{sm} Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ϵ_{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	11.80	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	-3.78	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-9.03	0.00	100.00	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-3.78	0.00	100.00	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	11.80	0.00	100.00	0.00	0.000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ϵ_{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-11.80	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	2.22	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	7.39	0.00	100.00	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	2.22	0.00	100.00	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-11.80	0.00	100.00	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ϵ_{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	11.18	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	-3.59	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-8.62	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-3.59	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	11.18	0.00	0.30	0.00	0.000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ϵ_{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-11.18	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	2.68	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	7.73	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	2.68	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-11.18	0.00	0.30	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ϵ_{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	10.19	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	-3.12	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-7.62	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-3.12	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	10.19	0.00	0.20	0.00	0.000000

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 154 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-10.19	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	2.22	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	6.76	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	2.22	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-10.19	0.00	0.20	0.00	0.000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	10.81	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	1.41	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-8.24	0.00	100.00	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-9.39	0.00	100.00	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	13.94	0.09	100.00	200.23	0.000025

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-10.81	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	5.14	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	8.07	0.00	100.00	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-0.36	0.00	100.00	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-13.94	0.11	100.00	250.63	0.000024

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	10.36	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	1.44	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-7.99	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-9.20	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	13.45	0.08	0.30	200.23	0.000023

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-10.36	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	5.63	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	8.55	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	0.21	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-13.45	0.10	0.30	250.63	0.000023

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	9.87	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	1.47	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-7.50	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-8.71	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	12.84	0.08	0.20	200.23	0.000022

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-9.87	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	5.25	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	8.01	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	0.08	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-12.84	0.10	0.20	250.63	0.000022

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

 Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	155 di 166

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 19 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	11.82	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	1.31	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-8.38	0.00	100.00	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-9.33	0.00	100.00	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	14.91	0.10	100.00	200.23	0.000027

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 19 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-11.82	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	2.56	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	5.22	0.00	100.00	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-2.85	0.00	100.00	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-14.91	0.12	100.00	250.63	0.000027

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 20 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	10.17	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	1.45	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-7.57	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-8.74	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	13.13	0.08	0.30	200.23	0.000023

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 20 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-10.17	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	4.64	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	7.34	0.00	0.30	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-0.53	0.00	0.30	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-13.13	0.10	0.30	250.63	0.000023

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	9.87	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	1.47	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-7.50	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	-8.71	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	12.84	0.08	0.20	200.23	0.000022

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.10	5.65	5.65	12.11	-12.11	-9.87	0.00	0.20	0.00	0.000000
2	0.58	5.65	5.65	12.11	-12.11	5.25	0.00	0.20	0.00	0.000000
3	1.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	8.01	0.00	0.20	0.00	0.000000
4	1.60	5.65	5.65	12.11	-12.11	0.08	0.00	0.20	0.00	0.000000
5	2.09	5.65	5.65	12.11	-12.11	-12.84	0.10	0.20	250.63	0.000022

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0.10	-0.0157	1.0173	-0.3071	0.3723
0.58	-0.0024	0.4974	-0.0332	0.3587
1.09	0.0000	0.4217	0.2050	0.3505
1.60	0.0014	0.4917	0.2381	0.5333
2.08	0.0087	0.9904	0.2463	0.8015

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	156 di 166

Inviluppo spostamenti trasverso

X [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0.10	-0.0157	1.0173	-0.3071	0.3723
0.58	0.0038	1.5128	-0.0304	0.4039
1.09	0.0000	1.5827	0.2111	0.4157
1.60	-0.0044	1.4989	0.2696	0.5457
2.09	0.0087	0.9904	0.2463	0.8015

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.10	-16.62	6.06	-4.46	21.18	50.27	104.05
0.58	-21.96	5.26	-27.61	0.68	49.92	139.27
1.09	-8.79	12.32	-48.44	1.45	42.90	136.83
1.60	3.12	17.78	-35.62	24.55	49.54	102.70
2.09	-19.69	-4.74	1.59	39.83	68.31	105.29

Inviluppo sollecitazioni trasverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.10	-16.62	6.06	0.50	24.37	49.36	104.06
0.58	-0.21	7.30	-14.15	24.84	32.31	68.03
1.09	-3.36	11.28	-18.63	1.25	24.91	81.09
1.60	-13.52	3.36	-29.84	-12.33	40.19	97.18
2.09	-19.69	-4.74	-2.42	34.73	68.31	107.05

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.10	5.65	5.65	3.18
0.58	5.65	5.65	2.43
1.09	5.65	5.65	3.67
1.60	5.65	5.65	2.21
2.09	5.65	5.65	2.53

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.10	82.75	0.00	0.00	0.00
0.58	80.08	0.00	0.00	0.00
1.09	78.53	0.00	0.00	0.00
1.60	79.69	0.00	0.00	0.00
2.09	82.75	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 19.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.10	5.65	5.65	3.04
0.58	5.65	5.65	4.93
1.09	5.65	5.65	3.67
1.60	5.65	5.65	3.65
2.09	5.65	5.65	2.30

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.10	82.75	0.00	0.00	0.00

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N _i prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	157 di 166

0.58	78.47	0.00	0.00	0.00
1.09	76.89	0.00	0.00	0.00
1.60	78.35	0.00	0.00	0.00
2.09	82.75	0.00	0.00	0.00

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

IC	Indice della combinazione
N _c , N _q , N _g	Fattori di capacità portante
N _c , N _q , N _g	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
q _u	Portanza ultima del terreno, espressa in [MPa]
Q _u	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
Q _v	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
FS	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N _c	N _q	N _g	N' _c	N' _q	N' _g	q _u	Q _u	Q _v	FS
1	20.72	10.66	6.77	71.14	22.59	14.33	5.689	12401.19	228.22	54.34
2	15.27	6.70	3.11	48.26	13.42	6.24	3.355	7313.76	204.05	35.84
3	20.72	10.66	6.77	43.12	15.02	3.10	2.918	6362.01	216.48	29.39
4	15.27	6.70	3.11	28.34	8.54	0.40	1.558	3395.96	194.06	17.50
5	20.72	10.66	6.77	71.14	22.59	14.33	5.689	12401.19	222.30	55.79
6	15.27	6.70	3.11	48.26	13.42	6.24	3.355	7313.76	199.01	36.75
7	20.72	10.66	6.77	43.11	15.02	3.09	2.918	6360.19	213.50	29.79
8	15.27	6.70	3.11	28.33	8.53	0.40	1.557	3395.06	191.51	17.73
9	20.72	10.66	6.77	23.60	8.22	1.28	0.717	1564.10	155.75	10.04
10	20.72	10.66	6.77	22.40	7.80	1.81	0.611	1332.65	147.27	9.05
11	15.27	6.70	3.11	16.77	5.05	1.93	0.462	1006.08	188.13	5.35
12	15.27	6.70	3.11	16.08	4.84	2.34	0.408	889.78	179.64	4.95

Schema Strutturale

Area ed Inerzia elementi

Destinazione	Area [cmq]	Inerzia [cm ⁴]
Fondazione	1900.00	57158.33
Piedritto sinistro	4000.00	533333.33
Piedritto destro	4000.00	533333.33
Traverso	1900.00	57158.33

Simbologia adottata ed unità di misura

N	indice elemento
N _i	indice nodo iniziale elemento
N _j	indice nodo finale elemento
(X _i , Y _i)	coordinate nodo iniziale, espresse in cm
(X _j , Y _j)	coordinate nodo finale, espresse in cm
Dest	appartenenza elemento

N	N _i	N _j	X _i	Y _i	X _j	Y _j	Dest
1	1	4	9.50	109.00	9.62	104.12	PiedR
2	4	10	9.62	104.12	9.98	99.25	PiedR
3	10	16	9.98	99.25	10.58	94.40	PiedR
4	16	22	10.58	94.40	11.41	89.59	PiedR
5	22	28	11.41	89.59	12.48	84.82	PiedR
6	28	34	12.48	84.82	13.78	80.12	PiedR
7	34	40	13.78	80.12	15.32	75.48	PiedR
8	40	46	15.32	75.48	17.07	70.92	PiedR
9	46	52	17.07	70.92	19.05	66.46	PiedR
10	52	58	19.05	66.46	21.25	62.10	PiedR
11	58	64	21.25	62.10	23.66	57.85	PiedR
12	64	70	23.66	57.85	26.27	53.72	PiedR
13	70	76	26.27	53.72	29.08	49.73	PiedR
14	76	82	29.08	49.73	32.09	45.88	PiedR

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 158 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

15	82	88	32.09	45.88	35.28	42.18	PiedR
16	88	94	35.28	42.18	38.64	38.64	PiedR
17	94	100	38.64	38.64	42.18	35.28	PiedR
18	100	106	42.18	35.28	45.88	32.09	PiedR
19	106	112	45.88	32.09	49.73	29.08	PiedR
20	112	118	49.73	29.08	53.72	26.27	PiedR
21	118	124	53.72	26.27	57.85	23.66	PiedR
22	124	130	57.85	23.66	62.10	21.25	PiedR
23	130	136	62.10	21.25	66.46	19.05	PiedR
24	136	142	66.46	19.05	70.92	17.07	PiedR
25	142	148	70.92	17.07	75.48	15.32	PiedR
26	148	154	75.48	15.32	80.12	13.78	PiedR
27	154	160	80.12	13.78	84.82	12.48	PiedR
28	160	166	84.82	12.48	89.59	11.41	PiedR
29	166	172	89.59	11.41	94.40	10.58	PiedR
30	172	178	94.40	10.58	99.25	9.98	PiedR
31	178	184	99.25	9.98	104.12	9.62	PiedR
32	184	190	104.12	9.62	109.00	9.50	PiedR
33	190	196	109.00	9.50	113.88	9.62	PiedR
34	196	202	113.88	9.62	118.75	9.98	PiedR
35	202	208	118.75	9.98	123.60	10.58	PiedR
36	208	214	123.60	10.58	128.41	11.41	PiedR
37	214	220	128.41	11.41	133.18	12.48	PiedR
38	220	226	133.18	12.48	137.88	13.78	PiedR
39	226	232	137.88	13.78	142.52	15.32	PiedR
40	232	238	142.52	15.32	147.08	17.07	PiedR
41	238	244	147.08	17.07	151.54	19.05	PiedR
42	244	250	151.54	19.05	155.90	21.25	PiedR
43	250	256	155.90	21.25	160.15	23.66	PiedR
44	256	262	160.15	23.66	164.28	26.27	PiedR
45	262	268	164.28	26.27	168.27	29.08	PiedR
46	268	274	168.27	29.08	172.12	32.09	PiedR
47	274	280	172.12	32.09	175.82	35.28	PiedR
48	280	286	175.82	35.28	179.36	38.64	PiedR
49	286	292	179.36	38.64	182.72	42.18	PiedR
50	292	298	182.72	42.18	185.91	45.88	PiedR
51	298	304	185.91	45.88	188.92	49.73	PiedR
52	304	310	188.92	49.73	191.73	53.72	PiedR
53	310	316	191.73	53.72	194.34	57.85	PiedR
54	316	322	194.34	57.85	196.75	62.10	PiedR
55	322	328	196.75	62.10	198.95	66.46	PiedR
56	328	334	198.95	66.46	200.93	70.92	PiedR
57	334	340	200.93	70.92	202.68	75.48	PiedR
58	340	346	202.68	75.48	204.22	80.12	PiedR
59	346	352	204.22	80.12	205.52	84.82	PiedR
60	352	358	205.52	84.82	206.59	89.59	PiedR
61	358	364	206.59	89.59	207.42	94.40	PiedR
62	364	370	207.42	94.40	208.02	99.25	PiedR
63	370	376	208.02	99.25	208.38	104.12	PiedR
64	376	382	208.38	104.12	208.50	109.00	PiedR
65	1	7	9.50	109.00	9.62	113.88	Trav
66	7	13	9.62	113.88	9.98	118.75	Trav
67	13	19	9.98	118.75	10.58	123.60	Trav
68	19	25	10.58	123.60	11.41	128.41	Trav
69	25	31	11.41	128.41	12.48	133.18	Trav
70	31	37	12.48	133.18	13.78	137.88	Trav
71	37	43	13.78	137.88	15.32	142.52	Trav

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 159 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

72	43	49	15.32	142.52	17.07	147.08	Trav
73	49	55	17.07	147.08	19.05	151.54	Trav
74	55	61	19.05	151.54	21.25	155.90	Trav
75	61	67	21.25	155.90	23.66	160.15	Trav
76	67	73	23.66	160.15	26.27	164.28	Trav
77	73	79	26.27	164.28	29.08	168.27	Trav
78	79	85	29.08	168.27	32.09	172.12	Trav
79	85	91	32.09	172.12	35.28	175.82	Trav
80	91	97	35.28	175.82	38.64	179.36	Trav
81	97	103	38.64	179.36	42.18	182.72	Trav
82	103	109	42.18	182.72	45.88	185.91	Trav
83	109	115	45.88	185.91	49.73	188.92	Trav
84	115	121	49.73	188.92	53.72	191.73	Trav
85	121	127	53.72	191.73	57.85	194.34	Trav
86	127	133	57.85	194.34	62.10	196.75	Trav
87	133	139	62.10	196.75	66.46	198.95	Trav
88	139	145	66.46	198.95	70.92	200.93	Trav
89	145	151	70.92	200.93	75.48	202.68	Trav
90	151	157	75.48	202.68	80.12	204.22	Trav
91	157	163	80.12	204.22	84.82	205.52	Trav
92	163	169	84.82	205.52	89.59	206.59	Trav
93	169	175	89.59	206.59	94.40	207.42	Trav
94	175	181	94.40	207.42	99.25	208.02	Trav
95	181	187	99.25	208.02	104.12	208.38	Trav
96	187	193	104.12	208.38	109.00	208.50	Trav
97	193	199	109.00	208.50	113.88	208.38	Trav
98	199	205	113.88	208.38	118.75	208.02	Trav
99	205	211	118.75	208.02	123.60	207.42	Trav
100	211	217	123.60	207.42	128.41	206.59	Trav
101	217	223	128.41	206.59	133.18	205.52	Trav
102	223	229	133.18	205.52	137.88	204.22	Trav
103	229	235	137.88	204.22	142.52	202.68	Trav
104	235	241	142.52	202.68	147.08	200.93	Trav
105	241	247	147.08	200.93	151.54	198.95	Trav
106	247	253	151.54	198.95	155.90	196.75	Trav
107	253	259	155.90	196.75	160.15	194.34	Trav
108	259	265	160.15	194.34	164.28	191.73	Trav
109	265	271	164.28	191.73	168.27	188.92	Trav
110	271	277	168.27	188.92	172.12	185.91	Trav
111	277	283	172.12	185.91	175.82	182.72	Trav
112	283	289	175.82	182.72	179.36	179.36	Trav
113	289	295	179.36	179.36	182.72	175.82	Trav
114	295	301	182.72	175.82	185.91	172.12	Trav
115	301	307	185.91	172.12	188.92	168.27	Trav
116	307	313	188.92	168.27	191.73	164.28	Trav
117	313	319	191.73	164.28	194.34	160.15	Trav
118	319	325	194.34	160.15	196.75	155.90	Trav
119	325	331	196.75	155.90	198.95	151.54	Trav
120	331	337	198.95	151.54	200.93	147.08	Trav
121	337	343	200.93	147.08	202.68	142.52	Trav
122	343	349	202.68	142.52	204.22	137.88	Trav
123	349	355	204.22	137.88	205.52	133.18	Trav
124	355	361	205.52	133.18	206.59	128.41	Trav
125	361	367	206.59	128.41	207.42	123.60	Trav
126	367	373	207.42	123.60	208.02	118.75	Trav
127	373	379	208.02	118.75	208.38	113.88	Trav
128	379	382	208.38	113.88	208.50	109.00	Trav

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 160 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

129	1	2	9.50	109.00	-90.50	109.00	MollaPR	
130	1	3	9.50	109.00	9.50	9.00	MollaPR	
131	4	5	9.62	104.12	-90.38	104.12	MollaPR	
132	4	6	9.62	104.12	9.62	4.12	MollaPR	
133	7	8	9.62	113.88	-90.38	113.88	MollaPR	
134	7	9	9.62	113.88	9.62	213.88	MollaPR	
135	10	11	9.98	99.25	-90.02	99.25	MollaPR	
136	10	12	9.98	99.25	9.98	-0.75	MollaPR	
137	13	14	9.98	118.75	-90.02	118.75	MollaPR	
138	13	15	9.98	118.75	9.98	218.75	MollaPR	
139	16	17	10.58	94.40	-89.42	94.40	MollaPR	
140	16	18	10.58	94.40	10.58	-5.60	MollaPR	
141	19	20	10.58	123.60	-89.42	123.60	MollaPR	
142	19	21	10.58	123.60	10.58	223.60	MollaPR	
143	22	23	11.41	89.59	-88.59	89.59	MollaPR	
144	22	24	11.41	89.59	11.41	-10.41	MollaPR	
145	25	26	11.41	128.41	-88.59	128.41	MollaPR	
146	25	27	11.41	128.41	11.41	228.41	MollaPR	
147	28	29	12.48	84.82	-87.52	84.82	MollaPR	
148	28	30	12.48	84.82	12.48	-15.18	MollaPR	
149	31	32	12.48	133.18	-87.52	133.18	MollaPR	
150	31	33	12.48	133.18	12.48	233.18	MollaPR	
151	34	35	13.78	80.12	-86.22	80.12	MollaPR	
152	34	36	13.78	80.12	13.78	-19.88	MollaPR	
153	37	38	13.78	137.88	-86.22	137.88	MollaPR	
154	37	39	13.78	137.88	13.78	237.88	MollaPR	
155	40	41	15.32	75.48	-84.68	75.48	MollaPR	
156	40	42	15.32	75.48	15.32	-24.52	MollaPR	
157	43	44	15.32	142.52	-84.68	142.52	MollaPR	
158	43	45	15.32	142.52	15.32	242.52	MollaPR	
159	46	47	17.07	70.92	-82.93	70.92	MollaPR	
160	46	48	17.07	70.92	17.07	-29.08	MollaPR	
161	49	50	17.07	147.08	-82.93	147.08	MollaPR	
162	49	51	17.07	147.08	17.07	247.08	MollaPR	
163	52	53	19.05	66.46	-80.95	66.46	MollaPR	
164	52	54	19.05	66.46	19.05	-33.54	MollaPR	
165	55	56	19.05	151.54	-80.95	151.54	MollaPR	
166	55	57	19.05	151.54	19.05	251.54	MollaPR	
167	58	59	21.25	62.10	-78.75	62.10	MollaPR	
168	58	60	21.25	62.10	21.25	-37.90	MollaPR	
169	61	62	21.25	155.90	-78.75	155.90	MollaPR	
170	61	63	21.25	155.90	21.25	255.90	MollaPR	
171	64	65	23.66	57.85	-76.34	57.85	MollaPR	
172	64	66	23.66	57.85	23.66	-42.15	MollaPR	
173	67	68	23.66	160.15	-76.34	160.15	MollaPR	
174	67	69	23.66	160.15	23.66	260.15	MollaPR	
175	70	71	26.27	53.72	-73.73	53.72	MollaPR	
176	70	72	26.27	53.72	26.27	-46.28	MollaPR	
177	73	74	26.27	164.28	-73.73	164.28	MollaPR	
178	73	75	26.27	164.28	26.27	264.28	MollaPR	
179	76	77	29.08	49.73	-70.92	49.73	MollaPR	
180	76	78	29.08	49.73	29.08	-50.27	MollaPR	
181	79	80	29.08	168.27	-70.92	168.27	MollaPR	
182	79	81	29.08	168.27	29.08	268.27	MollaPR	
183	82	83	32.09	45.88	-67.91	45.88	MollaPR	
184	82	84	32.09	45.88	32.09	-54.12	MollaPR	
185	85	86	32.09	172.12	-67.91	172.12	MollaPR	



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 161 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

186	85	87	32.09	172.12	32.09	272.12	MollaPR	
187	88	89	35.28	42.18	-64.72	42.18	MollaPR	
188	88	90	35.28	42.18	35.28	-57.82	MollaPR	
189	91	92	35.28	175.82	-64.72	175.82	MollaPR	
190	91	93	35.28	175.82	35.28	275.82	MollaPR	
191	94	95	38.64	38.64	-61.36	38.64	MollaPR	
192	94	96	38.64	38.64	38.64	-61.36	MollaPR	
193	97	98	38.64	179.36	-61.36	179.36	MollaPR	
194	97	99	38.64	179.36	38.64	279.36	MollaPR	
195	100	101	42.18	35.28	-57.82	35.28	MollaPR	
196	100	102	42.18	35.28	42.18	-64.72	MollaPR	
197	103	104	42.18	182.72	-57.82	182.72	MollaPR	
198	103	105	42.18	182.72	42.18	282.72	MollaPR	
199	106	107	45.88	32.09	-54.12	32.09	MollaPR	
200	106	108	45.88	32.09	45.88	-67.91	MollaPR	
201	109	110	45.88	185.91	-54.12	185.91	MollaPR	
202	109	111	45.88	185.91	45.88	285.91	MollaPR	
203	112	113	49.73	29.08	-50.27	29.08	MollaPR	
204	112	114	49.73	29.08	49.73	-70.92	MollaPR	
205	115	116	49.73	188.92	-50.27	188.92	MollaPR	
206	115	117	49.73	188.92	49.73	288.92	MollaPR	
207	118	119	53.72	26.27	-46.28	26.27	MollaPR	
208	118	120	53.72	26.27	53.72	-73.73	MollaPR	
209	121	122	53.72	191.73	-46.28	191.73	MollaPR	
210	121	123	53.72	191.73	53.72	291.73	MollaPR	
211	124	125	57.85	23.66	-42.15	23.66	MollaPR	
212	124	126	57.85	23.66	57.85	-76.34	MollaPR	
213	127	128	57.85	194.34	-42.15	194.34	MollaPR	
214	127	129	57.85	194.34	57.85	294.34	MollaPR	
215	130	131	62.10	21.25	-37.90	21.25	MollaPR	
216	130	132	62.10	21.25	62.10	-78.75	MollaPR	
217	133	134	62.10	196.75	-37.90	196.75	MollaPR	
218	133	135	62.10	196.75	62.10	296.75	MollaPR	
219	136	137	66.46	19.05	-33.54	19.05	MollaPR	
220	136	138	66.46	19.05	66.46	-80.95	MollaPR	
221	139	140	66.46	198.95	-33.54	198.95	MollaPR	
222	139	141	66.46	198.95	66.46	298.95	MollaPR	
223	142	143	70.92	17.07	-29.08	17.07	MollaPR	
224	142	144	70.92	17.07	70.92	-82.93	MollaPR	
225	145	146	70.92	200.93	-29.08	200.93	MollaPR	
226	145	147	70.92	200.93	70.92	300.93	MollaPR	
227	148	149	75.48	15.32	-24.52	15.32	MollaPR	
228	148	150	75.48	15.32	75.48	-84.68	MollaPR	
229	151	152	75.48	202.68	-24.52	202.68	MollaPR	
230	151	153	75.48	202.68	75.48	302.68	MollaPR	
231	154	155	80.12	13.78	-19.88	13.78	MollaPR	
232	154	156	80.12	13.78	80.12	-86.22	MollaPR	
233	157	158	80.12	204.22	-19.88	204.22	MollaPR	
234	157	159	80.12	204.22	80.12	304.22	MollaPR	
235	160	161	84.82	12.48	-15.18	12.48	MollaPR	
236	160	162	84.82	12.48	84.82	-87.52	MollaPR	
237	163	164	84.82	205.52	-15.18	205.52	MollaPR	
238	163	165	84.82	205.52	84.82	305.52	MollaPR	
239	166	167	89.59	11.41	-10.41	11.41	MollaPR	
240	166	168	89.59	11.41	89.59	-88.59	MollaPR	
241	169	170	89.59	206.59	-10.41	206.59	MollaPR	
242	169	171	89.59	206.59	89.59	306.59	MollaPR	



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 162 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

243	172	173	94.40	10.58	-5.60	10.58	MollaPR
244	172	174	94.40	10.58	94.40	-89.42	MollaPR
245	175	176	94.40	207.42	-5.60	207.42	MollaPR
246	175	177	94.40	207.42	94.40	307.42	MollaPR
247	178	179	99.25	9.98	-0.75	9.98	MollaPR
248	178	180	99.25	9.98	99.25	-90.02	MollaPR
249	181	182	99.25	208.02	-0.75	208.02	MollaPR
250	181	183	99.25	208.02	99.25	308.02	MollaPR
251	184	185	104.12	9.62	4.12	9.62	MollaPR
252	184	186	104.12	9.62	104.12	-90.38	MollaPR
253	187	188	104.12	208.38	4.12	208.38	MollaPR
254	187	189	104.12	208.38	104.12	308.38	MollaPR
255	190	191	109.00	9.50	209.00	9.50	MollaPR
256	190	192	109.00	9.50	109.00	-90.50	MollaPR
257	193	194	109.00	208.50	209.00	208.50	MollaPR
258	193	195	109.00	208.50	109.00	308.50	MollaPR
259	196	197	113.88	9.62	213.88	9.62	MollaPR
260	196	198	113.88	9.62	113.88	-90.38	MollaPR
261	199	200	113.88	208.38	213.88	208.38	MollaPR
262	199	201	113.88	208.38	113.88	308.38	MollaPR
263	202	203	118.75	9.98	218.75	9.98	MollaPR
264	202	204	118.75	9.98	118.75	-90.02	MollaPR
265	205	206	118.75	208.02	218.75	208.02	MollaPR
266	205	207	118.75	208.02	118.75	308.02	MollaPR
267	208	209	123.60	10.58	223.60	10.58	MollaPR
268	208	210	123.60	10.58	123.60	-89.42	MollaPR
269	211	212	123.60	207.42	223.60	207.42	MollaPR
270	211	213	123.60	207.42	123.60	307.42	MollaPR
271	214	215	128.41	11.41	228.41	11.41	MollaPR
272	214	216	128.41	11.41	128.41	-88.59	MollaPR
273	217	218	128.41	206.59	228.41	206.59	MollaPR
274	217	219	128.41	206.59	128.41	306.59	MollaPR
275	220	221	133.18	12.48	233.18	12.48	MollaPR
276	220	222	133.18	12.48	133.18	-87.52	MollaPR
277	223	224	133.18	205.52	233.18	205.52	MollaPR
278	223	225	133.18	205.52	133.18	305.52	MollaPR
279	226	227	137.88	13.78	237.88	13.78	MollaPR
280	226	228	137.88	13.78	137.88	-86.22	MollaPR
281	229	230	137.88	204.22	237.88	204.22	MollaPR
282	229	231	137.88	204.22	137.88	304.22	MollaPR
283	232	233	142.52	15.32	242.52	15.32	MollaPR
284	232	234	142.52	15.32	142.52	-84.68	MollaPR
285	235	236	142.52	202.68	242.52	202.68	MollaPR
286	235	237	142.52	202.68	142.52	302.68	MollaPR
287	238	239	147.08	17.07	247.08	17.07	MollaPR
288	238	240	147.08	17.07	147.08	-82.93	MollaPR
289	241	242	147.08	200.93	247.08	200.93	MollaPR
290	241	243	147.08	200.93	147.08	300.93	MollaPR
291	244	245	151.54	19.05	251.54	19.05	MollaPR
292	244	246	151.54	19.05	151.54	-80.95	MollaPR
293	247	248	151.54	198.95	251.54	198.95	MollaPR
294	247	249	151.54	198.95	151.54	298.95	MollaPR
295	250	251	155.90	21.25	255.90	21.25	MollaPR
296	250	252	155.90	21.25	155.90	-78.75	MollaPR
297	253	254	155.90	196.75	255.90	196.75	MollaPR
298	253	255	155.90	196.75	155.90	296.75	MollaPR
299	256	257	160.15	23.66	260.15	23.66	MollaPR

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag.di Pag. 163 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

300	256	258	160.15	23.66	160.15	-76.34	MollaPR
301	259	260	160.15	194.34	260.15	194.34	MollaPR
302	259	261	160.15	194.34	160.15	294.34	MollaPR
303	262	263	164.28	26.27	264.28	26.27	MollaPR
304	262	264	164.28	26.27	164.28	-73.73	MollaPR
305	265	266	164.28	191.73	264.28	191.73	MollaPR
306	265	267	164.28	191.73	164.28	291.73	MollaPR
307	268	269	168.27	29.08	268.27	29.08	MollaPR
308	268	270	168.27	29.08	168.27	-70.92	MollaPR
309	271	272	168.27	188.92	268.27	188.92	MollaPR
310	271	273	168.27	188.92	168.27	288.92	MollaPR
311	274	275	172.12	32.09	272.12	32.09	MollaPR
312	274	276	172.12	32.09	172.12	-67.91	MollaPR
313	277	278	172.12	185.91	272.12	185.91	MollaPR
314	277	279	172.12	185.91	172.12	285.91	MollaPR
315	280	281	175.82	35.28	275.82	35.28	MollaPR
316	280	282	175.82	35.28	175.82	-64.72	MollaPR
317	283	284	175.82	182.72	275.82	182.72	MollaPR
318	283	285	175.82	182.72	175.82	282.72	MollaPR
319	286	287	179.36	38.64	279.36	38.64	MollaPR
320	286	288	179.36	38.64	179.36	-61.36	MollaPR
321	289	290	179.36	179.36	279.36	179.36	MollaPR
322	289	291	179.36	179.36	179.36	279.36	MollaPR
323	292	293	182.72	42.18	282.72	42.18	MollaPR
324	292	294	182.72	42.18	182.72	-57.82	MollaPR
325	295	296	182.72	175.82	282.72	175.82	MollaPR
326	295	297	182.72	175.82	182.72	275.82	MollaPR
327	298	299	185.91	45.88	285.91	45.88	MollaPR
328	298	300	185.91	45.88	185.91	-54.12	MollaPR
329	301	302	185.91	172.12	285.91	172.12	MollaPR
330	301	303	185.91	172.12	185.91	272.12	MollaPR
331	304	305	188.92	49.73	288.92	49.73	MollaPR
332	304	306	188.92	49.73	188.92	-50.27	MollaPR
333	307	308	188.92	168.27	288.92	168.27	MollaPR
334	307	309	188.92	168.27	188.92	268.27	MollaPR
335	310	311	191.73	53.72	291.73	53.72	MollaPR
336	310	312	191.73	53.72	191.73	-46.28	MollaPR
337	313	314	191.73	164.28	291.73	164.28	MollaPR
338	313	315	191.73	164.28	191.73	264.28	MollaPR
339	316	317	194.34	57.85	294.34	57.85	MollaPR
340	316	318	194.34	57.85	194.34	-42.15	MollaPR
341	319	320	194.34	160.15	294.34	160.15	MollaPR
342	319	321	194.34	160.15	194.34	260.15	MollaPR
343	322	323	196.75	62.10	296.75	62.10	MollaPR
344	322	324	196.75	62.10	196.75	-37.90	MollaPR
345	325	326	196.75	155.90	296.75	155.90	MollaPR
346	325	327	196.75	155.90	196.75	255.90	MollaPR
347	328	329	198.95	66.46	298.95	66.46	MollaPR
348	328	330	198.95	66.46	198.95	-33.54	MollaPR
349	331	332	198.95	151.54	298.95	151.54	MollaPR
350	331	333	198.95	151.54	198.95	251.54	MollaPR
351	334	335	200.93	70.92	300.93	70.92	MollaPR
352	334	336	200.93	70.92	200.93	-29.08	MollaPR
353	337	338	200.93	147.08	300.93	147.08	MollaPR
354	337	339	200.93	147.08	200.93	247.08	MollaPR
355	340	341	202.68	75.48	302.68	75.48	MollaPR
356	340	342	202.68	75.48	202.68	-24.52	MollaPR



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	164 di 166

357	343	344	202.68	142.52	302.68	142.52	MollaPR
358	343	345	202.68	142.52	202.68	242.52	MollaPR
359	346	347	204.22	80.12	304.22	80.12	MollaPR
360	346	348	204.22	80.12	204.22	-19.88	MollaPR
361	349	350	204.22	137.88	304.22	137.88	MollaPR
362	349	351	204.22	137.88	204.22	237.88	MollaPR
363	352	353	205.52	84.82	305.52	84.82	MollaPR
364	352	354	205.52	84.82	205.52	-15.18	MollaPR
365	355	356	205.52	133.18	305.52	133.18	MollaPR
366	355	357	205.52	133.18	205.52	233.18	MollaPR
367	358	359	206.59	89.59	306.59	89.59	MollaPR
368	358	360	206.59	89.59	206.59	-10.41	MollaPR
369	361	362	206.59	128.41	306.59	128.41	MollaPR
370	361	363	206.59	128.41	206.59	228.41	MollaPR
371	364	365	207.42	94.40	307.42	94.40	MollaPR
372	364	366	207.42	94.40	207.42	-5.60	MollaPR
373	367	368	207.42	123.60	307.42	123.60	MollaPR
374	367	369	207.42	123.60	207.42	223.60	MollaPR
375	370	371	208.02	99.25	308.02	99.25	MollaPR
376	370	372	208.02	99.25	208.02	-0.75	MollaPR
377	373	374	208.02	118.75	308.02	118.75	MollaPR
378	373	375	208.02	118.75	208.02	218.75	MollaPR
379	376	377	208.38	104.12	308.38	104.12	MollaPR
380	376	378	208.38	104.12	208.38	4.12	MollaPR
381	379	380	208.38	113.88	308.38	113.88	MollaPR
382	379	381	208.38	113.88	208.38	213.88	MollaPR
383	382	383	208.50	109.00	308.50	109.00	MollaPR
384	382	384	208.50	109.00	208.50	9.00	MollaPR

Elenco prezzi unitari

Prezzo calcestruzzo in fondazione	Euro/m ³	61.97
Prezzo calcestruzzo in elevazione	Euro/m ³	72.30
Prezzo casseri	Euro/m ²	13.94
Prezzo acciaio	Euro/Kg	0.90

Computo dei ferri

Diametro [mm]	Lunghezza [m]	Peso [kN]
12.00	57.84	0.5036
8.00	1.90	0.0074

Computo delle quantità

Volume calcestruzzo in fondazione	mc	0.41
Volume calcestruzzo in elevazione	mc	1.85
Superficie casseri	m ²	8.96
Acciaio per armature	Kg	52.10

Computo metrico

Descrizione	U.M.	Quantità	Prezzo U.	Importo(Euro)
Calcestruzzo in elevazione	(mc)	1.85	72.30	133.75
Calcestruzzo in fondazione	(mc)	0.41	61.97	25.41

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OM0000	REL	02	B	165 di 166

Acciaio per armature	(Kg)	52.10	0.90	46.89
Casseformi	(mq)	8.96	13.94	124.90

Importo totale(per metro lineare) Euro 331.52

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfilanco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	SCAT - Analisi Strutture Scatolari
Versione	10.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PROGIN S.P.A.
Licenza	AIU01054U

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Generale

Tombini Circolari ϕ 1800: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM0000	Id.doc. REL	N.prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 166 di 166
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

Il progettista

()
