

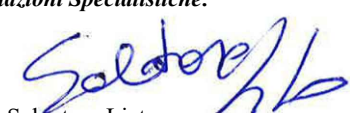


ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2

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

PERIZIA DI VARIANTE

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

PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese

<p>Mandataria: PROGETTAZIONE GRANDI INFRASTRUTTURE PROGIN S.p.A.</p>	<p>Mandanti:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>LOMBARDI SA INGEGNERI CONSULENTI</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>LOMBARDI-REICO INGEGNERIA S.r.l.</p> </div> </div>	 <p>SGAI s.r.l. di E. Forlani & C. Studio di Ingegneria e Geologia Applicata <small>Via Martelli, 20 - 47833 Mercano di Romagna (RN) - ITALY P.IVA 01894420403 - tel/fax +39 0541988277 - e-mail: sgai@sgai.com pec: sgai@sgai.pec.com</small></p> <p>www.sgai.com</p>
---	--	---

<p>RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'A.T.I. Prof. Ing. Antonio Grimaldi</p> <p>GEOLOGO Dott. Geol. Fabrizio Pontoni</p> <p>COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Michele Curiale</p>			
--	---	--	---

<p>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p style="text-align: center;">Ing. Iginio Farotti</p>	<p>IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE</p> <p style="text-align: center;">Ing. Vincenzo Pardo</p>	<p>IL DIRETTORE DEI LAVORI</p> <p style="text-align: center;">Ing. Peppino Marascio</p>
--	---	---

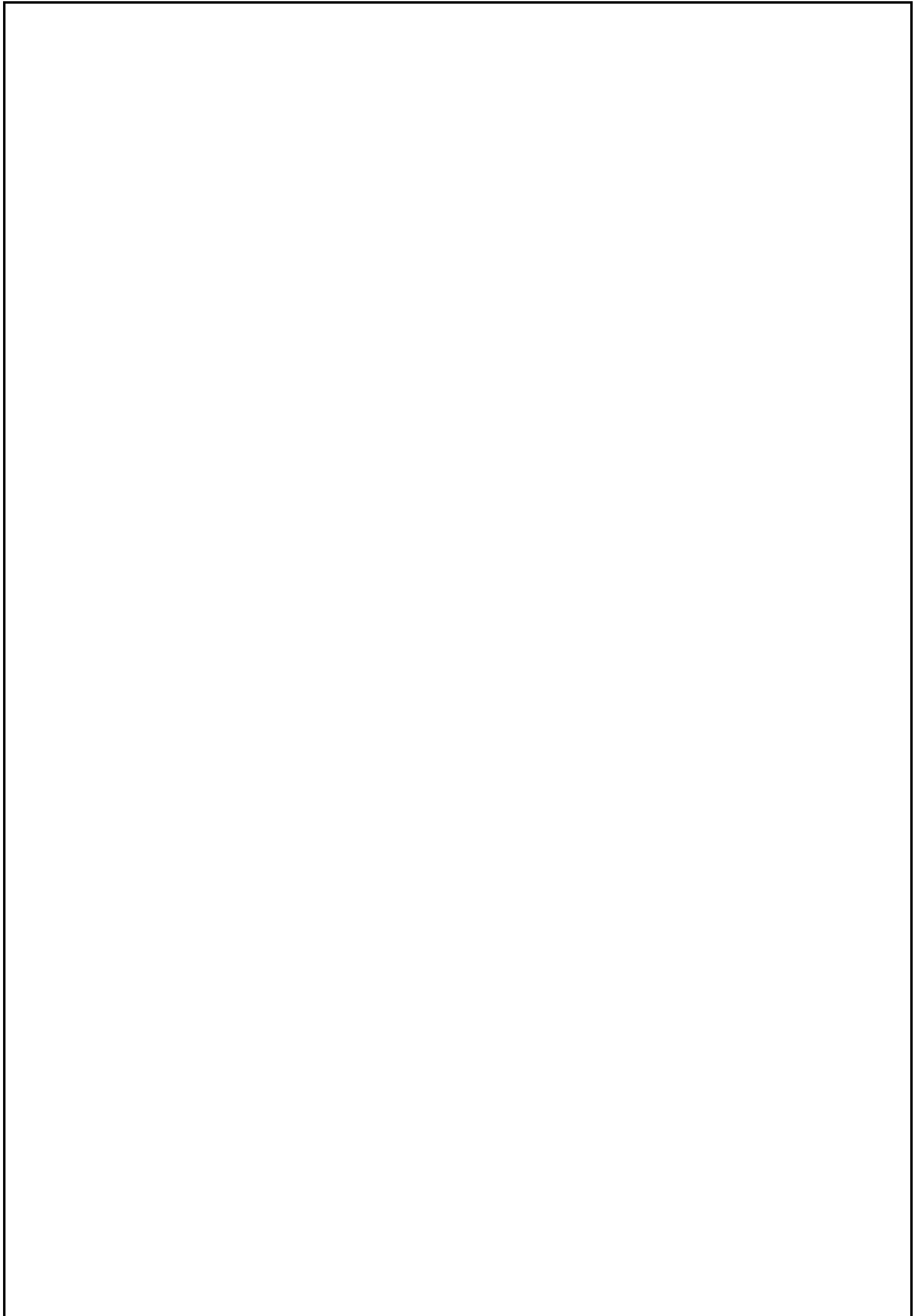
<p>2.1.2 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord - Matelica sud/Castelraimondo nord</p> <p><i>OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI PONTE FRATTE Relazione di calcolo Muri</i></p>	<p>SCALA:</p> <p style="text-align: center;">---</p> <p>DATA:</p> <p style="text-align: center;"><i>Febbraio 2020</i></p>
---	---

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 3	V I 4 4 0 0	R E L	0 3	C

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
C	Febbraio 2020	Variata tipologia ponte	M. Vari	A. Tosiani	S. Lieto	A. Grimaldi



Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 2 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

I N D I C E

1. GENERALITA'	3
1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	3
1.2 UNITÀ DI MISURA	5
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI	7
3.1 RESISTENZE DI PROGETTO	7
3.1.1 Calcestruzzo paramento muri C25/30.....	7
3.1.2 Calcestruzzo C32/40.....	7
3.1.3 Acciaio di armatura B450C	8
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	9
4.1 INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE.....	9
4.2 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	10
4.3 INTERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE.....	11
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	12
6. VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI.....	16
6.1 VERIFICA SLE.....	16
6.2 VERIFICHE ALLO SLU	19
7. ANALISI E VERIFICA MURI ANDATORI AD U	23
7.1 ANALISI DEI CARICHI	23
7.1.1 Peso propri strutturali e non strutturali	23
7.1.6 Azioni sismiche	29
7.1.7 Spinta sismica terreno	31
7.1.8 Sollecitazioni in testa al muro dovute all'urto di un veicolo in svio.....	31
7.1 VERIFICHE GEOTECNICHE (CARICO LIMITE)	32
7.2 COMBINAZIONI DI CARICO.....	34
7.3 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	36
7.3.1 Programma di calcolo utilizzato.....	36
7.3.2 Sistemi di riferimento	39
7.3.3 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo.....	40
7.3.4 Affidabilità dei codici di calcolo.....	41
7.3.5 Modalità di presentazione dei risultati.....	41
7.3.6 Informazioni generali sull'elaborazione	41
7.3.7 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.....	41
7.4 MODELLAZIONE ADOTTATA MURO ANDATORE IN SINISTRA.....	42
7.4.2 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI	43
7.4.3 ARMATURE DI PROGETTO	46
7.4.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE	47
7.4.5 VERIFICHE GEOTECNICHE.....	49
ALLEGATO 1	54
TABULATI DI CALCOLO MURI ANDATORI AD U	54

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 3 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

1. GENERALITA'

Nell'ambito dei lavori di completamento della direttrice Perugia – Ancona “Pedemontana delle Marche”: Sub Lotto 2.2 Tratto Fabriano – Muccia Sfercia, è prevista la realizzazione del ponte denominato Fratte posto tra le progressive 4+256 e 4+279 del tracciato di progetto.

La presente relazione, emessa nell'ambito della redazione del progetto esecutivo, ha per oggetto la verifica dei muri andatori del Viadotto Fratte.

1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Le opere descritte nel seguito riguardano i muri andatori ad U ed i muri aventi fondazione indiretta adottati per il tratto compreso in prossimità del Ponte Fratte, e presentano le principali caratteristiche geometriche riassunte nella tabella seguente

TIPOLOGIA	Hpiedritto_sx	Hpiedritto_dx	Spiedritto_sx	Spiedritto_dx	Lfond	sfond
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
MURI AD U-lato S1	8.64÷8.68 (*)	9.16÷9.19 (*)	0.51÷1.36	0.56÷1.30	14.0	1.30
MURI AD U-lato S2	8.82÷8.90 (*)	9.33÷9.40 (*)	0.56÷1.41	0.51÷1.41	14.0	1.30

(*) Nel calcolo in favore di sicurezza nel calcolo si considera un muro ad U con un'altezza per entrambi i piedritti pari a 9.40 m.

Di seguito si riporta le sezioni i trasversali dei muri in esame:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

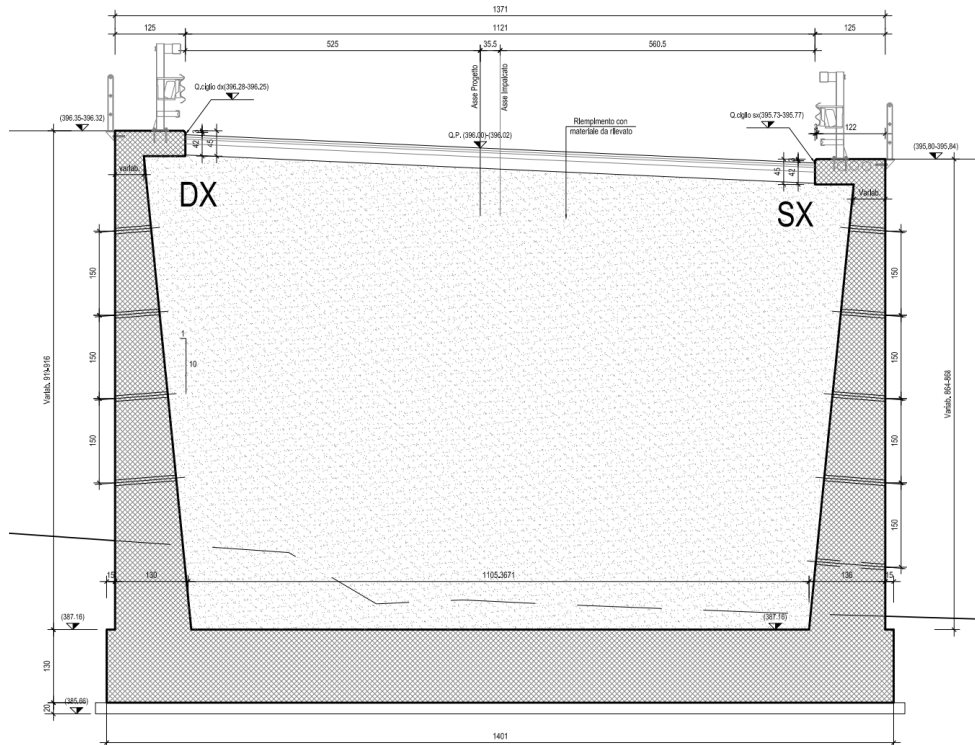
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

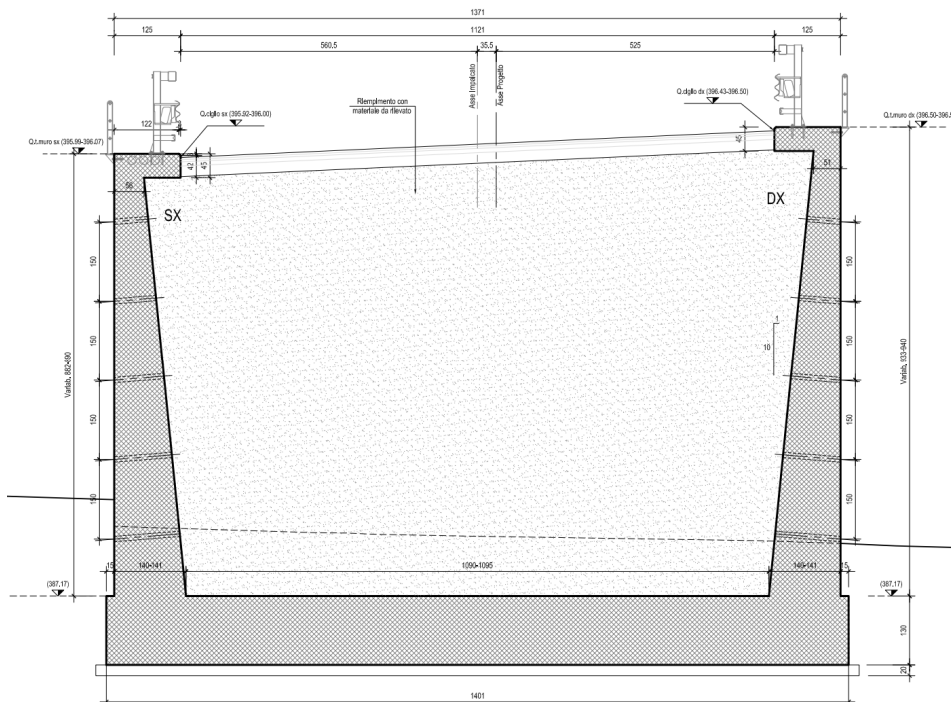
Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS VI4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 4 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------



Muro Andatore lato S1



Muro Andatore lato S2



QUADRILATERO
Merche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 5 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento.

1.2 UNITÀ DI MISURA

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

per le lunghezze

⇒ m, mm

per i carichi

⇒ kN, kN/m², kN/m³

per le azioni di calcolo

⇒ kN, kNm

per le tensioni

⇒ MPa



QUADRILATERO
Merche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 6 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

- D.M. 14/01/2008.
Norme tecniche per le costruzioni (NTC).
- 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 EN1993 -1-1.
EUROCODICE 3, parte 1.3. Progettazione delle strutture in acciaio. Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN1992-2:2006.
EUROCODICE 2, Parte 2. Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi
- UNI EN1998-2:2006.
EUROCODICE 8, Parte 2. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Ponti.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 7 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Per quanto riguarda la qualità e resistenza dei materiali utilizzati per le strutture dell'impalcato si rimanda alla relazione di calcolo specifica. Per la realizzazione delle sottostrutture sono stati previsti i seguenti materiali.

Per i controlli si fa riferimento a quanto previsto dal DM 14/01/2008

Tabella 1 – Calcestruzzi: classi di resistenza, classi di esposizione e specifiche

Elemento	Classe	Classe di Esposizione	a/c	Tipi di cementi	Quantitativo di cemento [kg/m ³]	Classi di consistenza
Calcestruzzo per magrone di fondazione	C12/15	-	-	CEM III-IV	-	-
Calcestruzzo per strutture in Elevazione	C25/30	XC2	0.5	CEM III-IV	300	S4
Calcestruzzo armato fondazione	C32/40	XA2	0.5	CEM III-IV	360	S4

Per le barre d'armatura del calcestruzzo si utilizza acciaio ad aderenza migliorata B450C.

3.1 RESISTENZE DI PROGETTO

3.1.1 Calcestruzzo paramento muri C25/30

- $R_{ck} = 30$ MPa resistenza caratteristica cubica a 28 giorni
- $f_{ck} = 24.9$ MPa resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
- $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.9$ MPa resistenza cilindrica valore medio
- $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.56$ MPa resistenza media a trazione semplice (assiale)
- $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.79$ MPa resistenza caratteristica a trazione
- $E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 31447$ MPa modulo elastico
- $\gamma = 25.0$ kN/m³ peso per unità di volume

Resistenze di progetto allo SLU

- $f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.1$ MPa; $\gamma_c = 1.50$ resistenza di progetto a compressione
- $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.19$ MPa resistenza di progetto a trazione

Resistenze di progetto allo SLE

- $\sigma_{c,r} = 0.60 \cdot f_{ck} = 14.9$ MPa tensione limite in comb. caratteristica (rara)
- $\sigma_{c,f} = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.2$ MPa tensione limite in comb. quasi permanente
- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.13$ MPa tensione limite di fessurazione (trazione)

3.1.2 Calcestruzzo C32/40

- $R_{ck} = 40$ MPa resistenza caratteristica cubica a 28 giorni
- $f_{ck} = 32$ MPa resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
- $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 40$ MPa resistenza cilindrica valore medio
- $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.02$ MPa resistenza media a trazione semplice (assiale)
- $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.12$ MPa resistenza caratteristica a trazione

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 8 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

- $E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 33346$ MPa modulo elastico
- $\gamma = 25.0$ kN/m³ peso per unità di volume

Resistenze di progetto allo SLU

- $f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.1$ MPa; $\gamma_c = 1.50$ resistenza di progetto a compressione
- $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.41$ MPa resistenza di progetto a trazione

Resistenze di progetto allo SLE

- $\sigma_{c,r} = 0.60 \cdot f_{ck} = 19.2$ MPa tensione limite in comb. caratteristica (rara)
- $\sigma_{c,f} = 0.45 \cdot f_{ck} = 14.4$ MPa tensione limite in comb. quasi permanente
- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.52$ MPa tensione limite di fessurazione (trazione)

3.1.3 Acciaio di armatura B450C

- $f_{yk} = 450$ MPa resistenza caratteristica di snervamento
- $f_{tk} = 540$ MPa resistenza caratteristica a rottura
- $E_s = 210000$ MPa modulo elastico

Resistenza di progetto allo SLU

- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391$ MPa; $\gamma_s = 1.15$ resistenza di progetto a compressione

Resistenza di progetto allo SLE

- $\sigma_{s,r} = 0.80 \cdot f_{yk} = 360$ MPa tensione limite in comb. rara

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 9 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Il viadotto in esame si estende dalle progressive chilometriche 1+636.00 a 1+676.00 (L = 40 m) ed è costituito da due spalle. Nel presente paragrafo si riporta la caratterizzazione geotecnica specifica per l'opera in esame. Per dettagli si rimanda alla *Relazione Geotecnica Generale*.

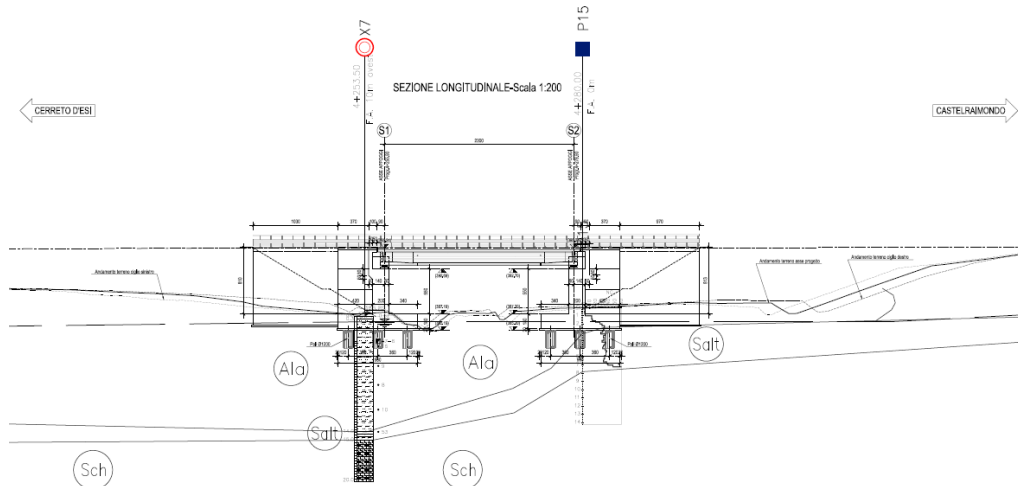


Figura 1 – Sezione longitudinale stratigrafica

4.1 INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE

Nelle vicinanze dell'opera sono state eseguite le seguenti indagini, elencate nella seguente tabella.

Tabella 2 – Riepilogo dei sondaggi e delle prove eseguite per il viadotto Fratte

Sondaggio	Profondità [m]	Quota boccaforo [m] s.l.m.	n. prove SPT	Prelievo campioni	Strumentazione installata
X7	20.0	386.89	5	C.l.: 1	T.A. [3÷20]

C.l. = Campione indisturbato
 TA [m]: Piezometro a Tubo Aperto [profondità tratto filtrante]

Nella seguente tabella si riportano le letture piezometriche eseguite nel sondaggio X3.

Tabella 3 – Letture piezometriche eseguite

SONDAGGIO	Quota boccaforo m s.l.m.	Min (m s.l.m.)	Max (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	SONDAGGIO	Quota boccaforo m s.l.m.	Min (m da pc)	Max (m da pc)	MEDIA (m da pc)
X7	386.89	386.27	386.30	386.28	X7	386.89	0.59	0.62	0.61

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 10 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

4.2 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

La stratigrafia in corrispondenza delle due spalle del viadotto è indicata nelle tabelle seguenti.

Tabella 4 – Stratigrafia di riferimento per il viadotto Fratte

Stratigrafia	Muri andatori 1 e 2 (quota di riferimento testa palo)	
Unità geotecnica	Profondità [m] da p.c.	
Ala	0.0÷12.5	Depositi alluvionali limoso argillosi
Salt	12.5÷13.5	Substrato alterato limoso argilloso
Sch	>13.5	Formazione dello Schlier
Falda: a p.c. (*)		

(*) per il dimensionamento delle fondazioni si assume il livello di falda prossimo al p.c. per la presenza del corso d'acqua

I parametri geotecnici considerati per l'opera in esame sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 5 – Parametri geotecnici

	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	c_u [kPa]	E_o [MPa]	$\sigma_{c,media}'$ [MPa]	E'_{op} [MPa]
Ala	19	24÷26	0÷5	75 per $z < 5m$ 50 per $z < 12.5m$	70÷250	-	-
Salt	20.0	27	20	300	150÷600	-	-
Sch	23.0	26	50	-	-	0.6	20+5.75·z per $z < 40m$ 250+0.8·z per $z > 40m$

γ = peso di volume naturale

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

c' = coesione drenata

c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate

E_o = modulo di deformazione elastico iniziale

$\sigma_{c,media}'$ = resistenza a compressione monoassiale media

E'_{op} = modulo di deformazione elastico operativo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 11 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

4.3 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 collaboranti:

	MURO U - DX	MURO U - SX
E(KN/m²) =	100000,0	100000,0
ν =	0,25	0,25
B (m) =	9.7	10.3
L (m) =	14	14
c_t =	0,52	0,35
Kw (kN/m3)		
=	10483	10184
Kw,d (kN/m3) =	10000	10000

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 12 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il viadotto in oggetto è progettato per una vita nominale V_N pari a 50 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso III ("Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.") 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;
- $a_{g,SLV}$ = **0.206 g**;
- $F_{0,SLV}$ = **2.526**;
- $T_{c,SLV}^*$ = **0.331 sec.**

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 13 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Tabella 6 - Accelerazione (a_g), fattore (F_0) e periodo (T^*c) per comune di riferimento - Fabriano

V_R [anni]	Stato Limite	PV_R -	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
75	SLO	81%	45	0.073	2.450	0.286
	SLD	63%	75	0.090	2.454	0.297
	SLV	10%	712	0.206	2.526	0.331
	SLC	5%	1462	0.262	2.555	0.339

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

- Categoria di suolo = C;
- Categoria topografica = T1;
- S_s , fattore stratigrafico = 1.388;
- S_T , fattore topografico = 1.0;
- C_c , fattore correttivo del periodo TC^* = 1.5.

Conformemente alle indicazioni fornite dalle seguenti norme:

- D.M 14/01/2008;
- UNI EN 1997-2005-Progettazione Geotecnica

Le azioni indotte dal terreno in condizioni sismiche sulle strutture dei muri andatori sono valutate con le seguenti modalità.

Le azioni sismiche orizzontali e verticali che si interessano le strutture delle spalle ed il terreno di riempimento tra i muri andatori sono state valutate in accordo alle specifiche fornite dal DM 14-01-08 per la verifica sismica delle opere di sostegno (prg 7.11.6.2.1 *Metodi di analisi*).

Nello specifico, le azioni le forze di inerzia orizzontali (F_h) e verticali (F_v) da considerare nell'ambito delle verifiche con metodi pseudo statici, si ottengono applicando ai pesi propri e permanenti i seguenti coefficienti sismici

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS VI4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 14 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

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

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

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

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Figura 2 – Coefficienti sismici (estratto D.M. 14/01/2008 p.to 7.11.6.2.1)

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente β_m , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.1.II riportata nella stessa sezione della norma, tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso delle spalle del viadotto in questione che in virtù della elevata rigidità sia del sistema di fondazione che della parte in elevazione, è interessata da spostamenti trascurabili durante l'evento sismico) un valore del coefficiente β_m pari ad 1.0. Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso alla spalla e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

I coefficienti sismici allo SLV sono quindi pari a:

$$k_h = 0.286$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS VI4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 15 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

$$K_v = 0.143$$

La forza di calcolo E_d è da considerare come la risultante delle spinte statiche e dinamiche del terreno.

In assenza di uno studio più dettagliato che prenda in considerazione la rigidità relativa, il tipo di movimento e la massa dell'opera di sostegno, si assume che la forza dovuta alla spinta dinamica del terreno sia applicata a metà altezza del muro ed agisca con un'inclinazione rispetto alla normale al muro uguale a zero.

La spinta totale di progetto E_d esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è data da:

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

dove:

H è l'altezza del muro;

E_{ws} è la spinta idrostatica;

γ è il peso specifico del terreno (definito ai punti seguenti);

K è il coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico).

Il coefficiente di spinta del terreno può essere calcolato mediante la formula di Mononobe e Okabe.

Per stati di spinta attiva:

$$\beta \leq \phi - \theta : K = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\phi - \theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{sen}(\phi - \theta - \delta) \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta : K = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \theta - \delta)}$$

Nelle precedenti equazioni vengono usati i seguenti valori:

- $\phi = 35^\circ$ angolo di resistenza a taglio del terreno in condizioni di sforzo efficace;
- $\alpha = 90^\circ$ angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale della parete del muro di monte;
- $\beta = 0^\circ$ angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno;
- $\delta/\phi = 0.66$ rapporto angolo di attrito terra-muro e angolo di resistenza a taglio
- $\tan \theta = \frac{k_h}{1 + k_v}$

In particolare, per il calcolo della spinta statica esercitata sul muro frontale e sui muri laterali dal terreno contenuto nella spalla, si è fatto riferimento, per la fase statica, ad una situazione di spinta a riposo (K_0); per quanto riguarda invece la fase sismica, si

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 16 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

sommano agli effetti di una situazione di spinta attiva, gli incrementi di spinta esercitati dal terreno in fase sismica ottenuti convenzionalmente come differenza tra spinta attiva valutata in condizioni sismiche (K'_a , calcolato con l'espressione di Mononobe-Okabe) ed in fase statica.

Infine, nel caso specifico non essendo presente la falda, la spinta idrostatica è nulla.

6. VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

6.1 VERIFICA SLE

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

6.1.1 Verifiche delle tensioni

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

Per il caso in esame risulta in particolare :

CALCESTRUZZO C32/40

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

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

CALCESTRUZZO C25/30

$$\sigma_{\max \text{ QP}} = (0,45 f_{ck}) = \mathbf{11.21} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\max \text{ R}} = (0,60 f_{ck}) = \mathbf{14.94} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

ACCIAIO

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



QUADRILATERO
Merche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 17 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 18 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

6.1.2 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:

- Per le strutture di fondazione:

Condizioni Ambientali : aggressive

Armature : Poco Sensibili

Conseguentemente dovrà risultare:

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

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

- Per le strutture in elevazione:

Condizioni Ambientali : Ordinarie

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 19 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Armature : Poco Sensibili

Conseguentemente dovrà risultare:

Combinazione Quasi permanente : $w \leq 0.3\text{mm}$

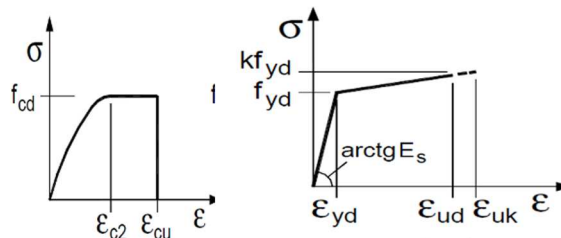
Combinazione Frequente : $w \leq 0.4\text{mm}$

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

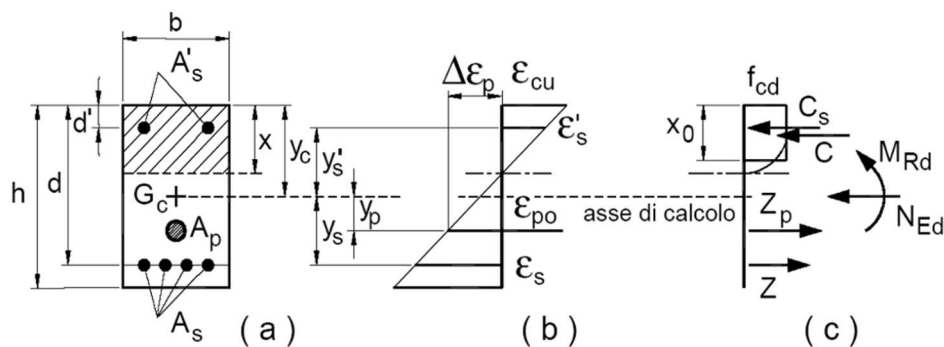
6.2 VERIFICHE ALLO SLU

6.2.1 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 -

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 20 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

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

dove

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

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

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

6.2.2 Taglio

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

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

Dove:

- $v_{\min} = 0.035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k = 1 + (200 / d)^{1/2} \leq 2$;
- $\rho_1 = A_{sw} / (b_w \cdot d)$
- 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}

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

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

Essendo:

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

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

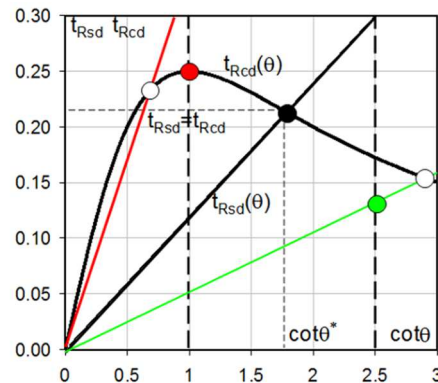
Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 21 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \cot \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$$



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

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

(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.

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



QUADRILATERO
Merche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 22 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

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

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 23 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7. ANALISI E VERIFICA MURI ANDATORI AD U

7.1 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente:

Tabella 7 – Caratteristiche materiali e terreno

Materiali	γ [kN/m ³]
calcestruzzo armato	25
Terreno da Rilevato	20
terreno di fondazione Ala	19

7.1.1 Peso propri strutturali e non strutturali

Il peso proprio delle solette e dei piedritti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo $\gamma = 25$ kN/m³. L'analisi dei carichi viene condotta per un metro di struttura in direzione longitudinale.

Il software di calcolo utilizzato non consente di inserire il terreno da rilevato all'interno del muro ad U. Per ovviare a ciò il terreno è stato modellato come un carico permanente non strutturale gravante sia sulla fondazione che come spinta sui piedritti (*riferirsi al paragrafo spinte*). In tal modo si è ottenuta la seguente azione:

$$\text{Carico in fondazione} = h_{\text{piedritto}} \times \gamma_{\text{rilevato}} = 9.40\text{m} \times 20 \text{ kN/m}^3 = 188 \text{ kN/m}^2$$

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 24 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7.1.2 Azioni variabili da traffico

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:

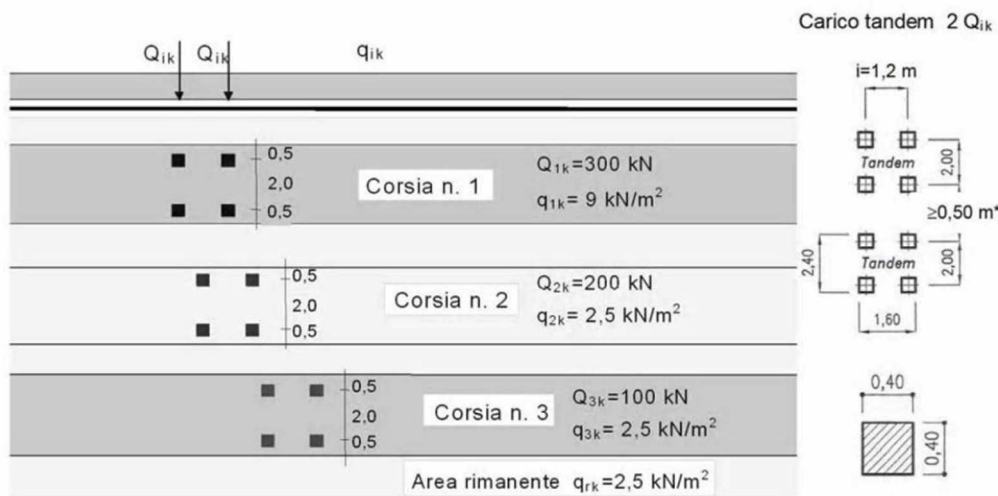


Figura 3 – Schema di carico 1

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

- All. [1] 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;
- All. [2] 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;
- All. [3] 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;
- All. [4] un carico uniforme $q_{rk} = 2.5$ kN/m² nella zona di carreggiata non impegnata dai carichi precedenti.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 25 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Ai fini delle analisi, si è assunto di trasformare i carichi concentrati Q_k , in un carico distribuito equivalente, che, con riferimento alle 3 colonne di carico, risulta:

$$Q1k d = 600 / 2.40 \times 2.00 = 125 \text{ KN/m}^2$$

$$Q2k d = 400 / 2.40 \times 2.00 = 83.3 \text{ KN/m}^2$$

$$Q3k d = 200 / 2.40 \times 2.00 = 41.7 \text{ KN/m}^2$$

Nell'ambito della modellazione effettuata tuttavia, si è fatto riferimento, come di norma, ad un modulo 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 è stato valutato come di seguito:

$$Q1 \text{ prog} = 600 / 2.00 = 300 \text{ KN/m}$$

$$Q2 \text{ prog} = 400 / 2.00 = 200 \text{ KN/m}$$

$$Q3 \text{ prog} = 200 / 2.00 = 100 \text{ KN/m}$$

Tale carico è stato infine applicato su una 3 corsie aventi ciascuna lunghezza di **2,40m**, pari all'impronta del carico Q_k in direzione trasversale, per una lunghezza complessiva di 7.2m.

In aggiunta, si è considerato agente sul piano stradale l'ulteriore carico uniforme di 9 KN/m^2 per la prima corsia di marcia, e di 2.5 KN/m^2 per le restanti corsie.

Sulla scorta dell'entità e della distribuzione del sovraccarico accidentale agente a quota piano stradale, sono stati quindi valutati i corrispondenti valori delle azioni accidentali da considerare nei riguardi della verifica del muro di sostegno ad U. In particolare, tenendo conto della limitazione del software di calcolo utilizzato che non consente l'inserimento del terreno da riporto all'interno del muro ad U, tale sovraccarico è stato applicato come una azione equivalente distribuita sulla fondazione secondo quanto rappresentato nello schema grafico seguente:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

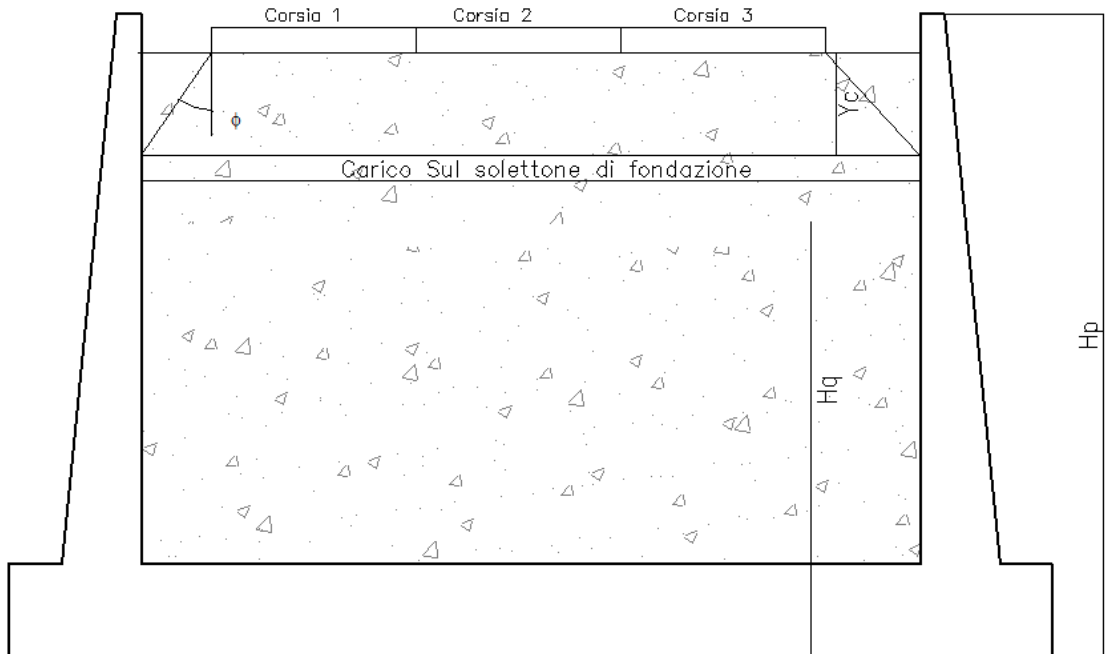
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N,prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 26 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	---------------	-----------	--------------------------



Schema di diffusione in soletta dei carichi Q1

Nello specifico, considerando cautelativamente una diffusione dei carichi nel corpo del rilevato secondo l'angolo d'attrito del terreno, e detto **Qc**, il valore convenzionale del sovraccarico accidentale da considerare sul piano limite del terrapieno a monte dell'opera di sostegno, risulta:

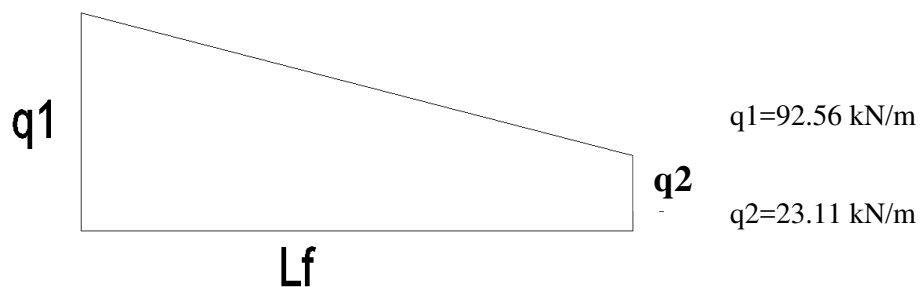
$$Q1c = Q1(\text{prog}) / Lf = (300 + 9 \cdot 3) / 11.1 = 29.46 \text{ kN/m}^2$$

$$Q2c = Q2(\text{prog}) / Lf = (200 + 2.5 \cdot 3) / 11.1 = 18.70 \text{ kN/m}^2$$

$$Q3c = Q3(\text{prog}) / Lf = (100 + 2.5 \cdot 3) / 11.1 = 9.69 \text{ kN/m}^2$$

$$Qc, \text{tot} = Q(\text{piano stradale}) / Lf = [(300 + 200 + 100) + (9 + 2.5 \cdot 2) \cdot 3] / 11.1 = 57.84 \text{ kN/m}^2$$

Tale carico viene applicato secondo una distribuzione trapezoidale in modo da rispettare le proporzioni di carico sul piano stradale:



Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 27 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7.1.3 Spinta del terreno

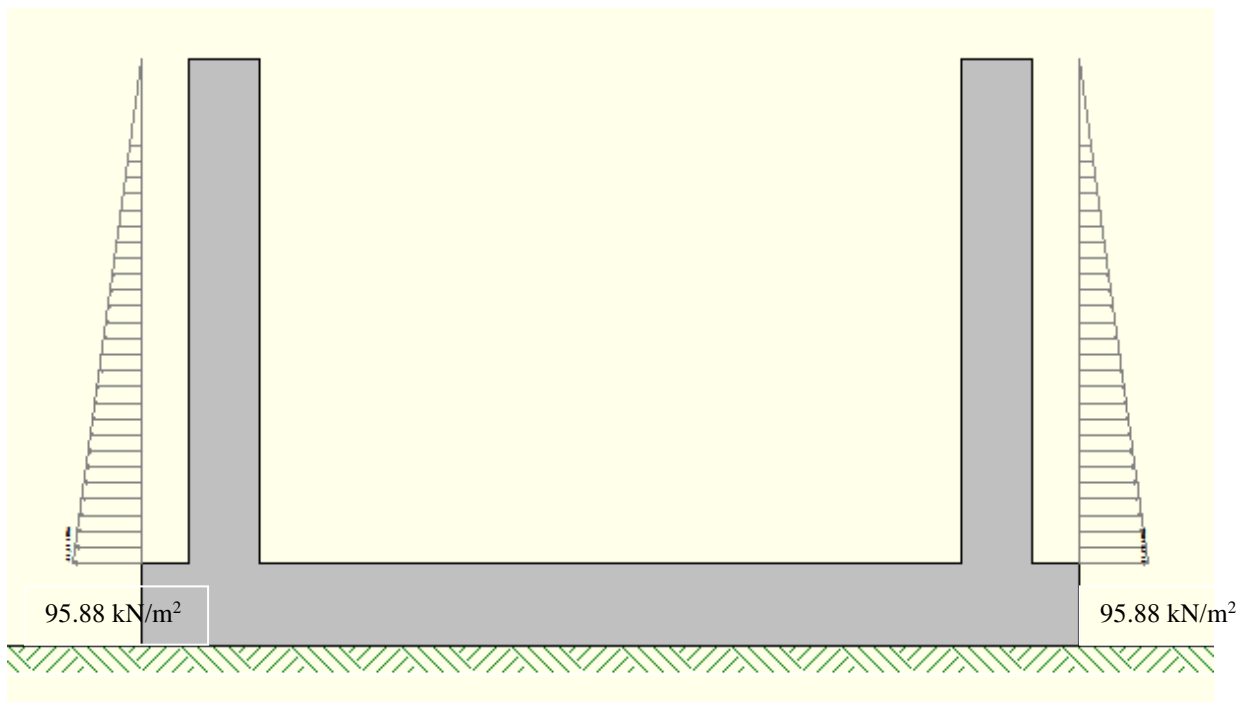
Il software di calcolo utilizzato non consente di inserire il terreno all'interno del muro ad U. Per ovviare a tale limitazione, si è deciso di applicare le spinte che quest'ultimo eserciterebbe sui piedritti come una azione permanente non strutturale gravante sui piedritti del muro. L'entità di tale azione è stata valutata nel modo seguente:

$$\sigma'_h = \sigma'_v \cdot k_o = \gamma' \cdot z \cdot k_o$$

ovvero nella condizione di spinta a riposo.

Il coefficiente di spinta è stato calcolato utilizzando la formula $k_o = 1 - \sin(\varphi')$, assumendo come angolo d'attrito il valore di progetto: $\phi_d = \arctan(\tan(35^\circ)/1,25) = 29,25^\circ$ per cui si ottiene il valore $k_o = 0,51$. Il valore di k_o così ottenuto è adoperato per la valutazione della spinta nelle combinazioni M2, mentre per la valutazione della spinta nella combinazione M1 si è adottato il valore $k_o = 1 - \sin 35^\circ = 0,426$.

Nella figura seguente si riporta il diagramma delle spinte del terreno agente sui piedritti:



Spinte del terreno (M2)

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS VI4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 28 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7.1.4 Spinta in presenza di falda

Il programma tiene in conto della presenza della falda andando a modificare il diagramma delle pressioni sulla parete 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

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

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.

$$u = \gamma_w \cdot z$$

Nel caso in esame la falda è assente.

7.1.5 Spinta sui piedritti prodotta dai sovraccarichi variabili

Con riferimento alla valutazione delle spinte prodotte sui piedritti dal sovraccarico ferroviario in copertura, valutato come da paragrafo specifico, si è previsto di applicare, in concomitanza ai carichi verticali sulla fondazione, anche dei carichi uniformi in direzione orizzontale secondo quanto riportato di seguito.

Spinta sul piedritto sinistro:

In considerazione dell'angolo di diffusione dei carichi (angolo d'attrito terreno) la spinta sul piedritto sinistro è generata unicamente dalla prima corsia di carico. Per cui si ha:

$$Q_h = Q1_{prog} \times K_o = 29.46 \text{ kN/m}^2 \times 0,51 = 15.00 \text{ kN/m}^2$$

agente solo sul piedritto di sinistra per un'altezza di circa 6 da base piedritto;

Spinta sul piedritto destro:

In considerazione dell'angolo di diffusione dei carichi (angolo d'attrito terreno) la spinta sul piedritto sinistro è generata unicamente dalla terza corsia di carico. Per cui si ha:

$$Q_h = Q2_{prog} \times K_o = 9.69 \text{ kN/m}^2 \times 0,51 = 4.94 \text{ kN/m}^2$$

agente solo sul piedritto di destra per un'altezza di 6 da base piedritto;

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

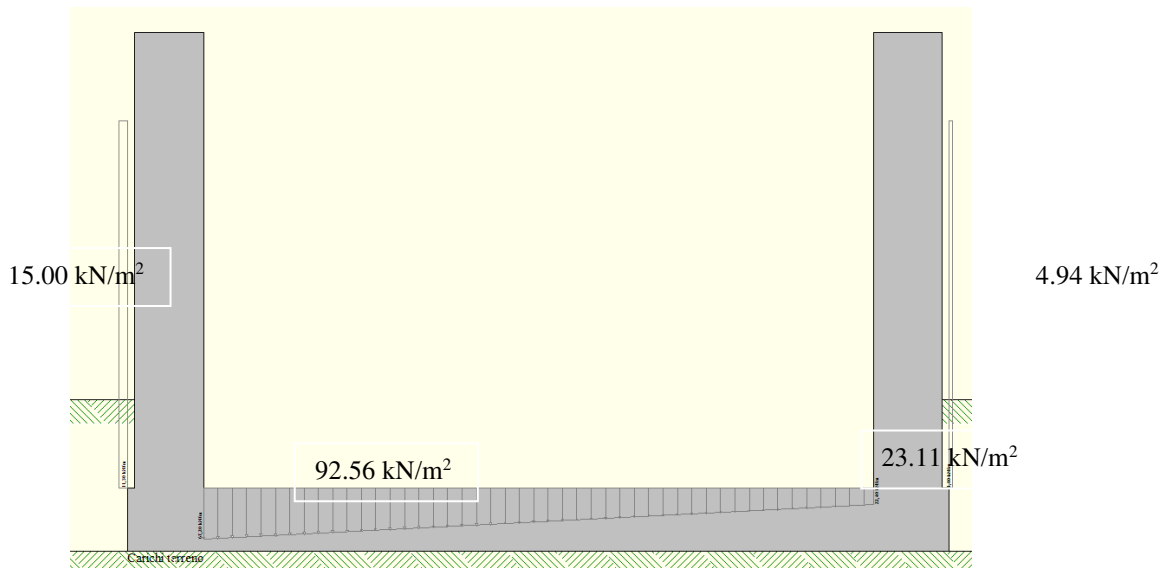
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 29 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------



Schema sovraccarico laterale (M2)

7.1.6 Azioni sismiche

Per il calcolo dell'azione sismica si faccia riferimento a quanto riportato al paragrafo 6.

Forze d'inerzia

Per le verifiche in fase sismica verranno pertanto applicate a tutti carichi fissi le seguenti forze d'inerzia:

$$F_h = K_h \cdot W_i \quad (\text{Forza d'inerzia legata alla componente orizzontale del sisma})$$

$$F_v = \pm 0.5 K_h \cdot W_i \quad (\text{Forza d'inerzia legata alla componente verticale del sisma})$$

essendo W_i il peso dell'elemento in esame o l'entità del carico fisso.

Coefficienti sismici orizzontale (K_h) e verticale (K_v)

Ai fini della valutazione delle inerzie sismiche associate ai carichi fissi, si determinano i coefficienti sismici orizzontale K_h e verticale K_v , con riferimento a quanto indicato

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 30 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad (7.11.3)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.4)$$

dove

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

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

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.5)$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

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

Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso delle opere in questione che in virtù della elevata rigidità sia del sistema di fondazione che della parte in elevazione, è interessata da spostamenti trascurabili durante l'evento sismico) un valore del coefficiente β_m pari ad 1.0. Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso all'opera e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

Nel caso in specie si ha:

$a_g/g = 0.206$;
 $a_{\max}/g = 0.285$
 $\beta_m = 1$;
 $K_h = 0.285$

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS VI4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 31 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Effetti dell'Azione sismica sulla falda

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

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

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

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

Nel caso in esame la falda è posta in corrispondenza del piano di posa delle fondazioni.

7.1.7 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:

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

Nel modello viene applicata un carico uniforme pari a:

$$\Delta S_E = K_h \cdot \gamma \cdot H^2 / H = 53.58 \text{ kN/m}$$

7.1.8 Sollecitazioni in testa al muro dovute all'urto di un veicolo in svio

I sicurvia e gli elementi strutturali ai quali sono collegati devono essere dimensionati per un'azione orizzontale trasversale non inferiore a 100 kN, distribuita su 0,50 m ed applicata ad una quota h , misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni h_1 , h_2 , dove h_1 = (altezza della barriera – 0,10 m), h_2 = 1,00 m.

$$T_u = 100 \text{ kN}$$

$$M_u = 100 \times [1.00] = 100 \text{ kNm}$$

Supponendo una ripartizione a 45° dal dal punto di applicazione verso la testa del muro e considerando un'impronta di carico di 0.50 m si ha il seguente momento a metro lineare:

$$T = 100 / [0.5 + 2 \cdot 1.00] = 40 \text{ kN/m}$$

$$M_u = 100 / [0.5 + 2 \cdot 1.00] = 40 \text{ kN/m/m}$$

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 32 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7.1 VERIFICHE GEOTECNICHE (CARICO LIMITE)

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

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

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

dove:

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

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

con la specifica inoltre che in tal caso, alla formula trinomia va aggiunto l'ulteriore termine $\gamma_w x h_w$

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

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:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 33 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

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

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

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

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

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

ϕ = angolo di attrito dello strato di fondazione;

θ = inclinazione della risultante sulla verticale;

D = profondità della fondazione.

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

$d_\gamma = 1$; $i_\gamma = 0$.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 34 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	
DEAD	Peso proprio
RILEVATO	Peso Rinterro
SPINTA_RIL	Spinta statica Rinterro
ACC	CARICO stradale
SPINTA_ACC	Spinta statica carico stradale
SPINTA_RIL_SIS	Spinta sismica Rinterro
INERZIA_MURO	Sisma da destra
URTO	Urto da destra

Riepilogo condizioni di carico

L'analisi mira a garantire la sicurezza e le prestazioni attese attraverso il conseguimento dei seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio.
- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi

Tali verifiche sono state effettuate applicando il primo approccio progettuale (Approccio 1) che prevede le due seguenti combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1: A1+M1+R1 (STR)
- Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO)

A queste combinazioni si aggiunge la combinazione che prevede l'urto del veicolo in svio in testa al muro (ECC) con coefficienti unitari di combinazione dei carichi permanenti e degli accidentali e coefficiente di sicurezza anch'esso unitario.

Considerando i coefficienti parziali riportati nelle tab.6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC 2008

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 35 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLE	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLE			Linear Static	ACC	1
SLE			Linear Static	RILEVATO	1
SLE			Linear Static	SPINTA_RIL	1
SLE			Linear Static	SPINTA_ACC	1
FR	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
FR			Linear Static	ACC	0.75
FR			Linear Static	RILEVATO	1
FR			Linear Static	SPINTA_RIL	1
FR			Linear Static	SPINTA_ACC	0.75
QP	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
QP			Linear Static	RILEVATO	1
QP			Linear Static	SPINTA_RIL	1
A1+M1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.3
A1+M1			Linear Static	ACC	1.5
A1+M1			Linear Static	RILEVATO	1.3
A1+M1			Linear Static	SPINTA_RIL	1.086
A1+M1			Linear Static	SPINTA_ACC	1.25
SLV+M1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV+M1			Linear Static	RILEVATO	1
SLV+M1			Linear Static	INERZIA_MURO	1
SLV+M1			Linear Static	SPINTA_RIL	0.877
SLV+M1			Linear Static	SPINTA_TER_SIS	1
A2+M2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
A2+M2			Linear Static	ACC	1.3
A2+M2			Linear Static	RILEVATO	1
A2+M2			Linear Static	SPINTA_RIL	1
A2+M2			Linear Static	SPINTA_ACC	1.3
SLV+M2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV+M2			Linear Static	RILEVATO	1
SLV+M2			Linear Static	INERZIA_MURO	1
SLV+M2			Linear Static	SPINTA_RIL	1
SLV+M2			Linear Static	SPINTA_TER_SIS	1
ECC	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ECC			Linear Static	RILEVATO	1
ECC			Linear Static	SPINTA_RIL	1
ECC			Linear Static	ACC	1
ECC			Linear Static	SPINTA_ACC	1
ECC			Linear Static	URTO	1

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 36 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7.3 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.

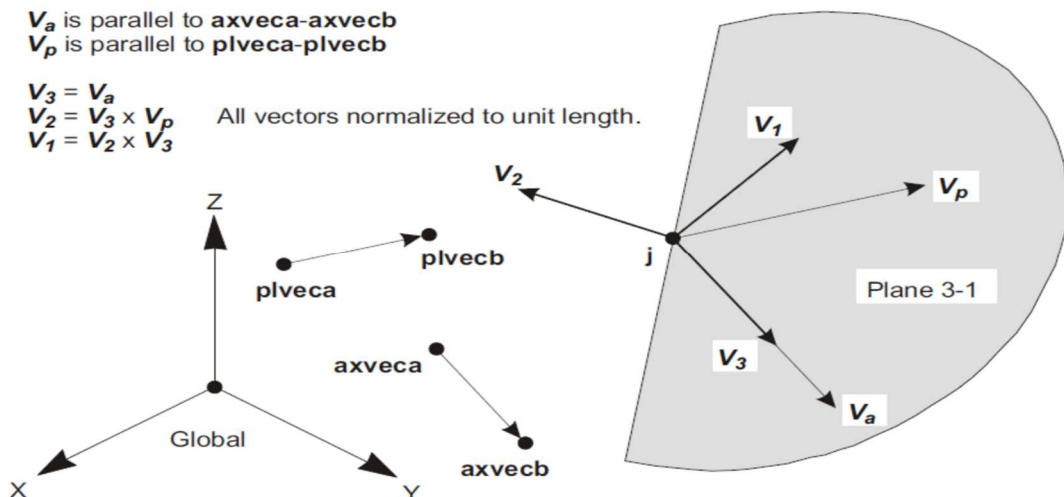
7.3.1 Programma di calcolo utilizzato

L'opera è stata analizzata mediante modelli computazionali agli elementi finiti. Tale opera viene analizzata con un modello tridimensionale rappresentativo dell'intera struttura. Il calcolo agli elementi finiti del modello è stato effettuato utilizzando il codice SAP 2000 (versione 14.2.2) prodotto dalla "CSI Computer and Structures Inc." – Berkeley (CA) - USA.

Il programma è un solutore agli E.F. (Elementi Finiti) capace di modellare strutture di forma qualunque, comunque caricate e vincolate, nell'ambito del comportamento lineare e non.

Sono disponibili i seguenti tipi di oggetto elencati in ordine di dimensione geometrica:

- **"Point:**
 - comune oggetti: sono automaticamente creati in angoli o estremità di tutti gli altri tipi di oggetti, e possono essere aggiunti in modo esplicito
 - collegamento a terra: sono utilizzate per modellare il comportamento di un sostegno speciale ad esempio isolatori, smorzatori, gap, molle multi-lineari
 - il sistema di riferimento per determinare l'orientamento di un elemento punto è:



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

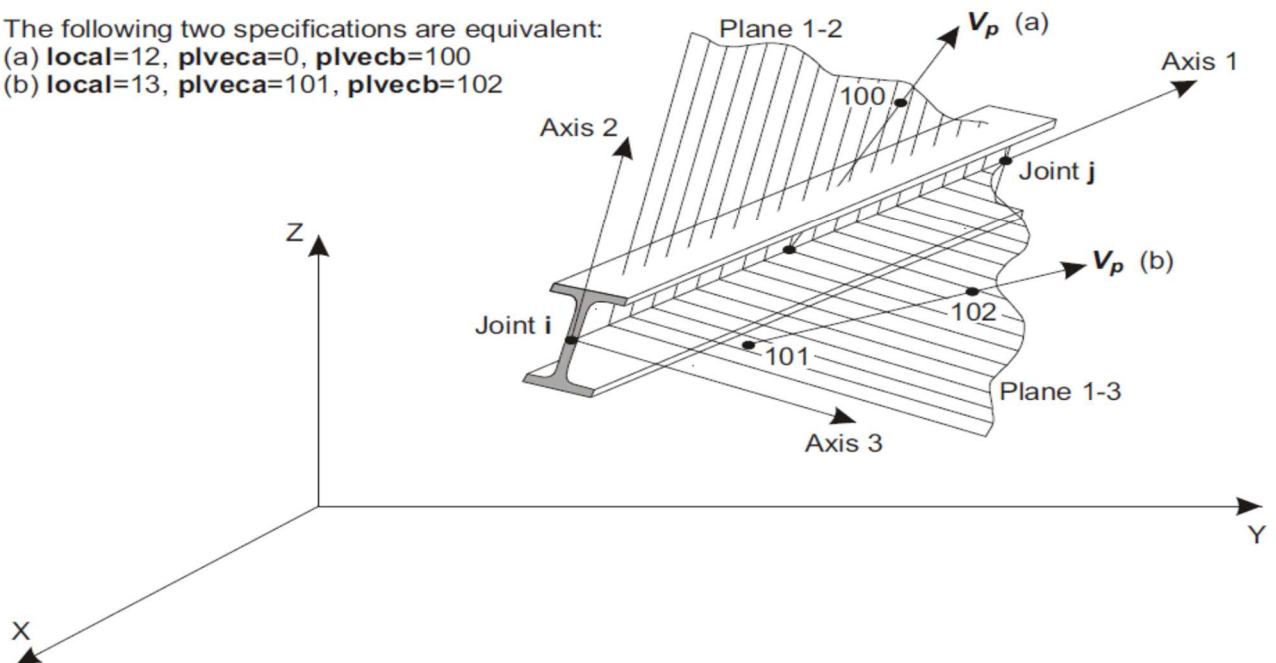
Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 37 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

- **“Line”:**
 - frame/cable/tendon: sono utilizzate per modellare le travi, colonne, braces, trusses, cavi e tiranti
 - collegamento tra oggetti: sono utilizzate per modellare il comportamento di un membro speciali ad esempio isolatori, smorzatori, gap, molle multi-lineari. A differenza degli oggetti o frame/cable/tendon, questi oggetti possono avere lunghezza zero.
 - il sistema di riferimento per determinare l'orientamento di un elemento linea è:
 -

The following two specifications are equivalent:

(a) **local=12, plveca=0, plvecb=100**

(b) **local=13, plveca=101, plvecb=102**



- **“Area”:** vengono utilizzate per modellare le pareti, pavimenti e altri membri dotati di spessore, nonché solidi bidimensionale solids (plane stress, plane strain, and axisymmetric solids). Il sistema di riferimento per determinare l'orientamento di un elemento area è:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

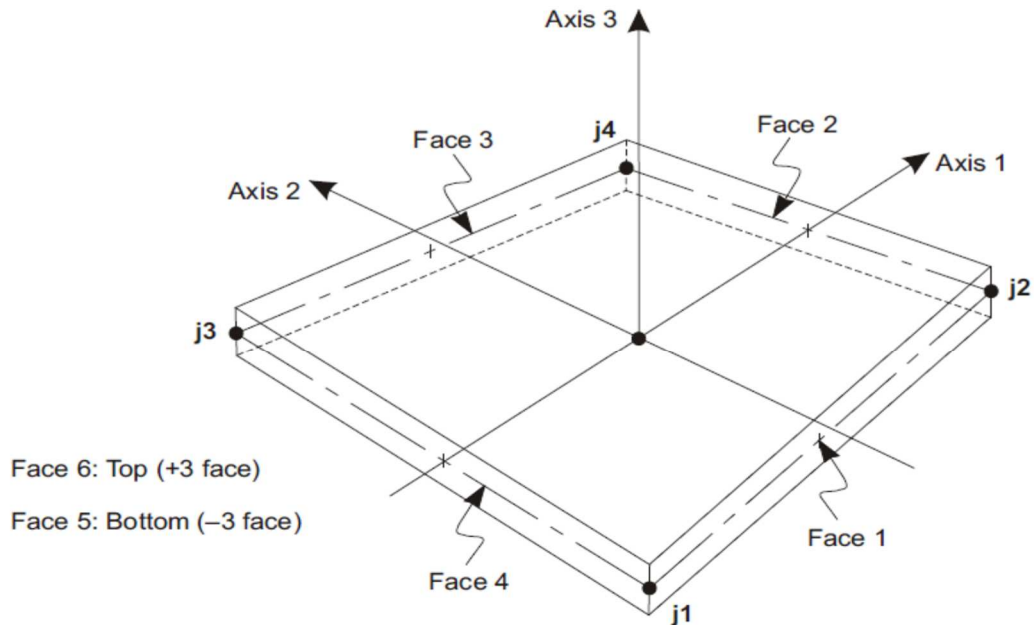
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

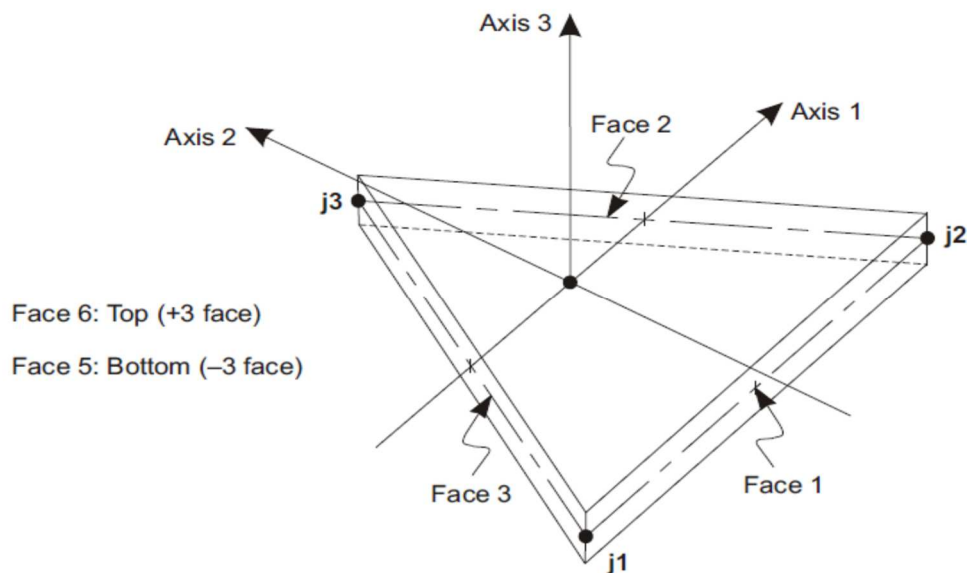
Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 38 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------



Four-node Quadrilateral Shell Element



Three-node Triangular Shell Element

- **“Solid”**: sono utilizzate per la modellazione tridimensionale solida. Il programma SAP2000 permette di svolgere analisi atte a definire la risposta in conseguenza dell'applicazione di carichi mobili, analisi del dominio di frequenza (sia steady-state che power-spectral-density), del dominio del tempo e analisi di instabilità.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 39 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Mediante il programma si possono implementare nel modello di calcolo elementi a comportamento particolare quali:

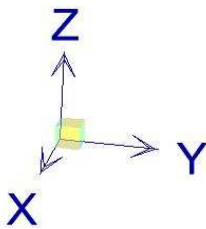
- non linear link element (gaps, hooks, isolators, dampers, and multi-linear plasticity)
- a multi-linear plastic hinge
- catenary cable element
- nonlinear shell element

Il programma SAP2000 permette inoltre di condurre analisi tipo non lineare statica , analisi tipo pushover e analisi non lineari tipo time-history mediante l'utilizzo di analisi modale o integrazione diretta. software contempla la presenza di elementi bidimensionali (piani - shell) in grado di rappresentare sia il comportamento di lastra (effetti flessionali) quanto quello di membrana (sforzi di compressione e trazione), ed elementi tipo trave (beam).

7.3.2 Sistemi di riferimento

Il sistema di riferimento nei modelli di calcolo viene assunto con origine coincidente con lo spigolo sinistro basso della struttura schematizzata.

La disposizione degli assi segue la “regola della mano destra”:



l'asse X è diretto secondo l'asse longitudinale della struttura;

l'asse Y è diretto secondo l'asse trasversale della struttura;

l'asse Z è diretto verso l'alto, positivo verso l'alto.

Si definiscono positive le azioni e sollecitazioni secondo la convenzione riportata nella figura successiva.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

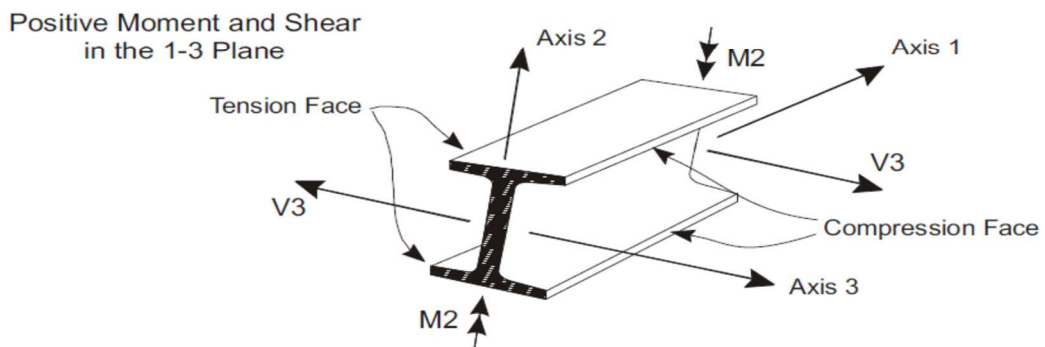
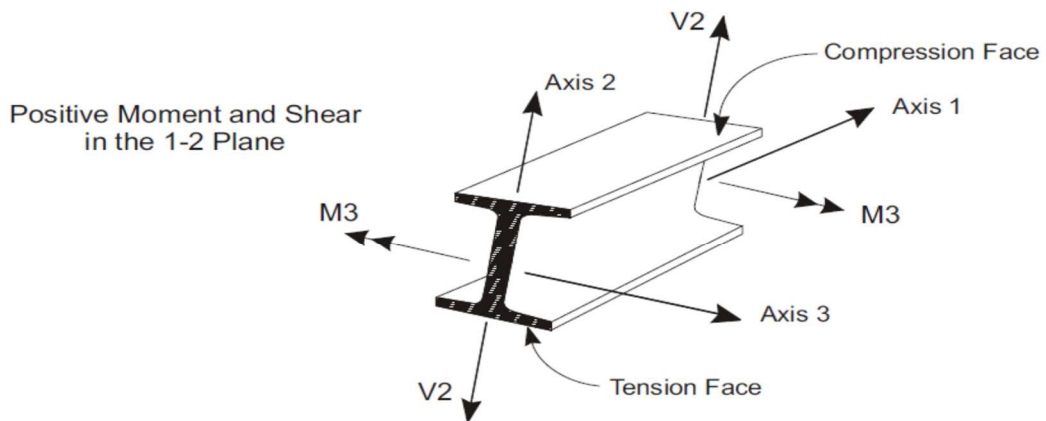
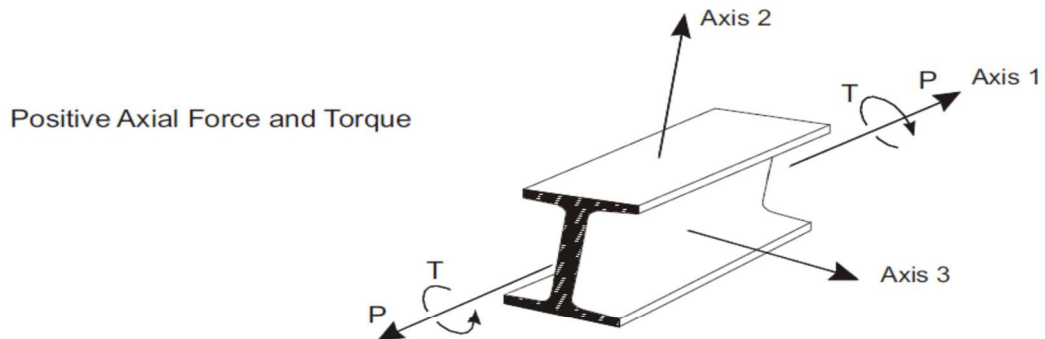
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N,prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 40 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	---------------	-----------	--------------------------



7.3.3 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo SAP 2000 - Codice di calcolo F.E.M. (Finite Element Method), capace di gestire analisi lineari e non lineari ed analisi sismiche con integrazione al passo delle equazioni nel tempo. Il software è impiegato per la modellazione dell'intera opera, finalizzata all'analisi strutturale.

Versione 14.0

Produttore Computers and Structures Inc. 1995 University Ave. Berkeley CA

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 41 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7.3.4 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.

7.3.5 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.

7.3.6 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.

7.3.7 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, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 42 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7.4 MODELLAZIONE ADOTTATA MURO ANDATORE IN SINISTRA

Il modello di calcolo attraverso il quale è stata schematizzata la struttura è quello di telaio su letto di molle alla Winkler.. Si ricorda, che il rinterro all'interno del muro ad U il terreno è stato modellato come un carico permanente gravante sia sulla fondazione che come spinta sui piedritti secondo quanto riportato ai paragrafi precedenti.

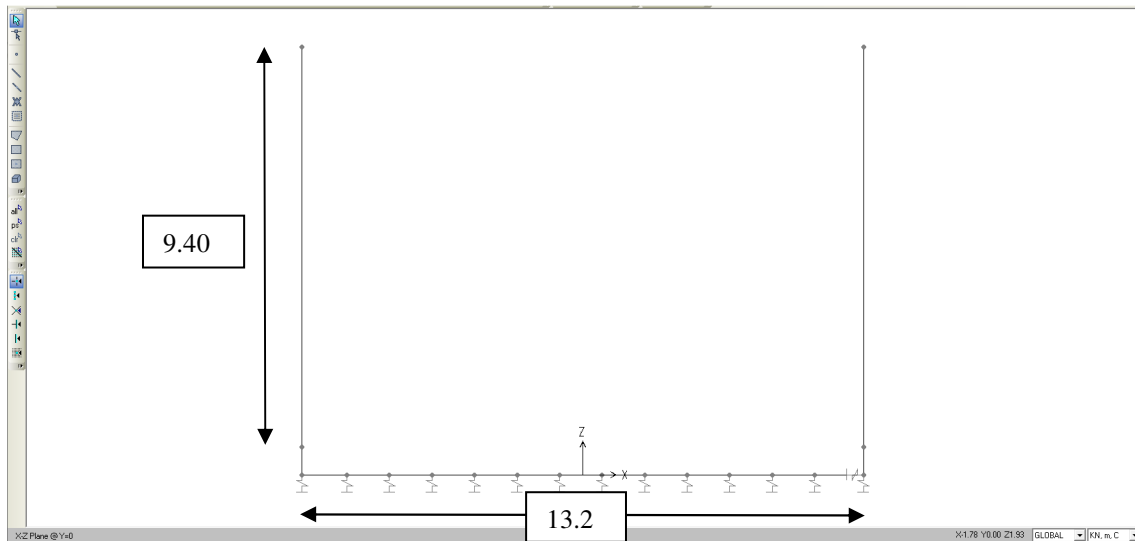


Figura 10 - Modello muro ad U

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS VI4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 43 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7.4.2 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano, di seguito, i diagrammi di involucro delle caratteristiche delle sollecitazioni di Flessione, Taglio e Sforzo Normale:

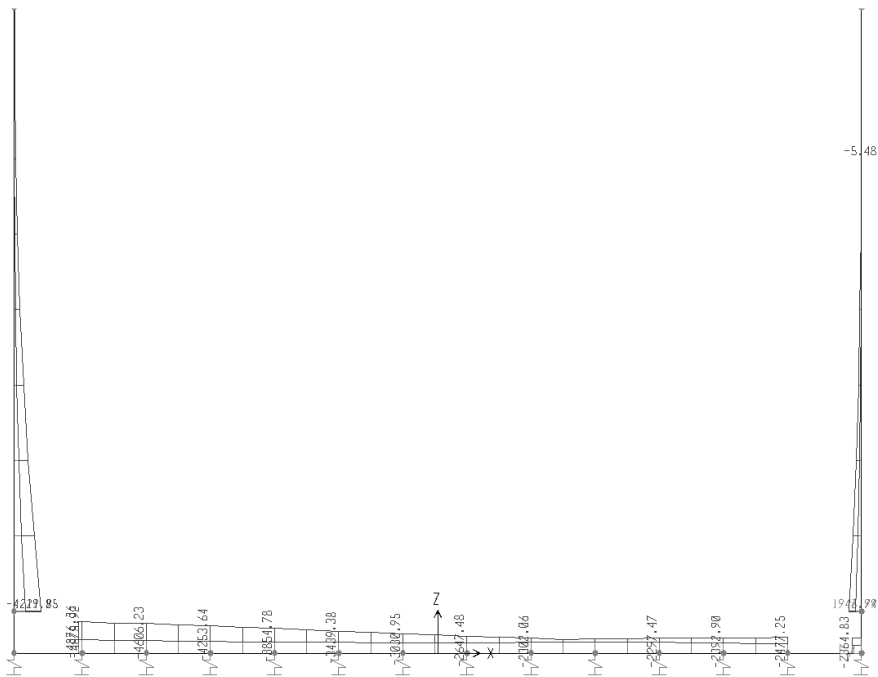


Figura 4 – Involuppo diagrammi del momento flettente – SLU statico, sismico ed eccezionale

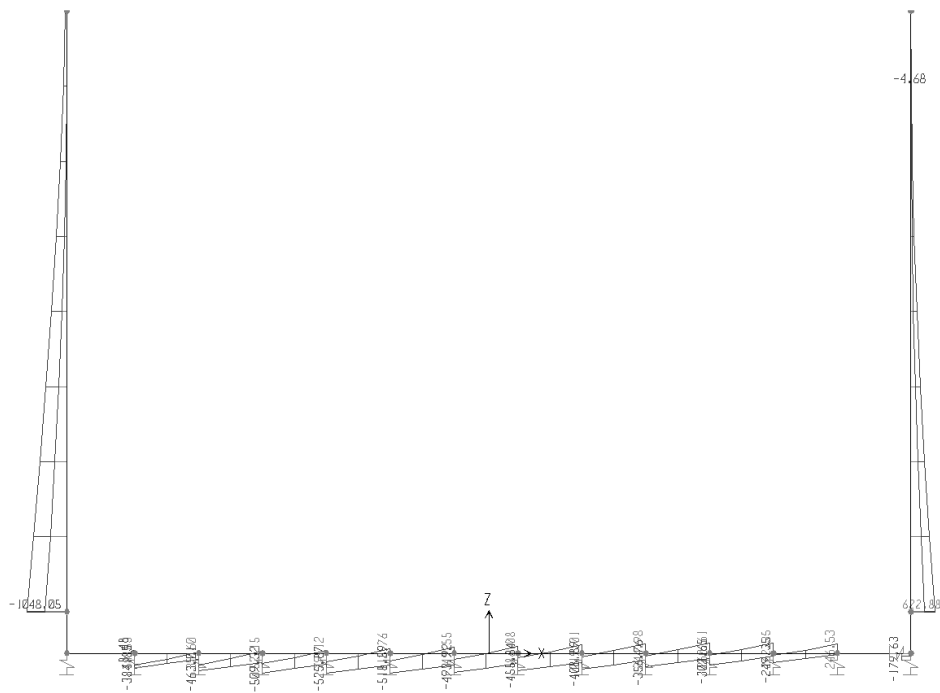


Figura 5 – Involuppo diagrammi del taglio – SLU statico, sismico ed eccezionale

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 44 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

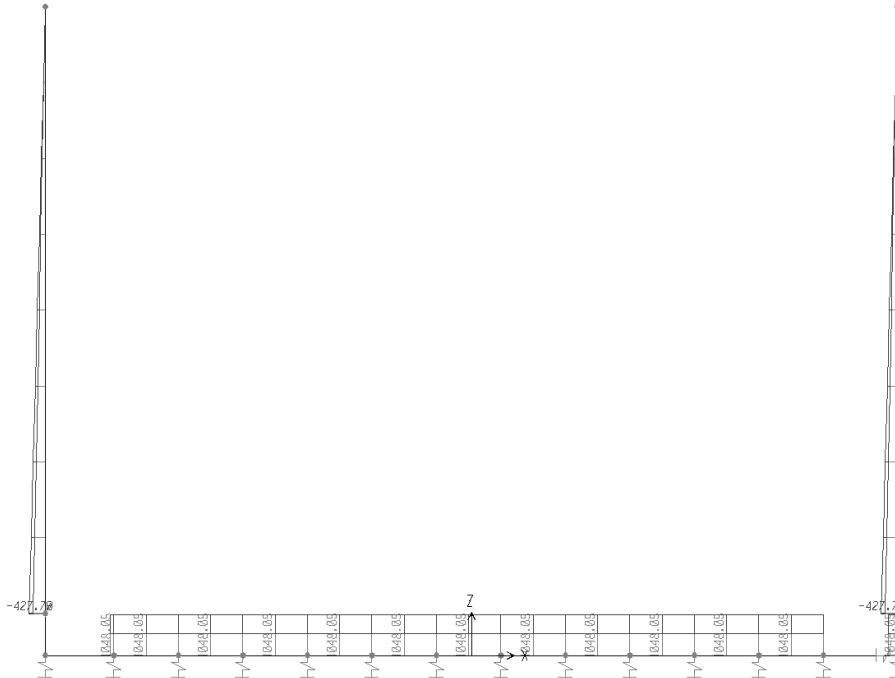


Figura 6 – Involuppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico, sismico ed eccezionale

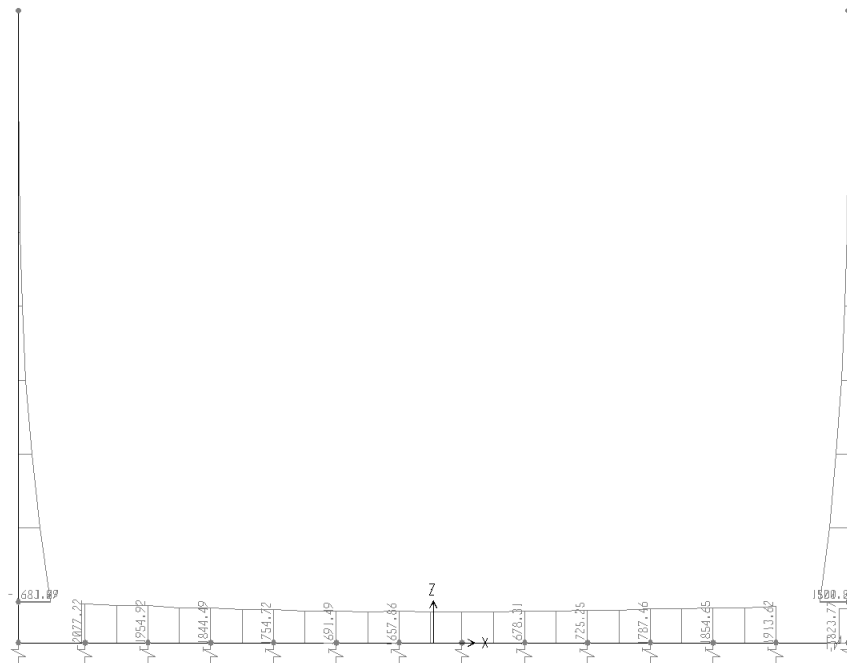


Figura 7 – Involuppo diagrammi del momento flettente – SLE

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 45 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

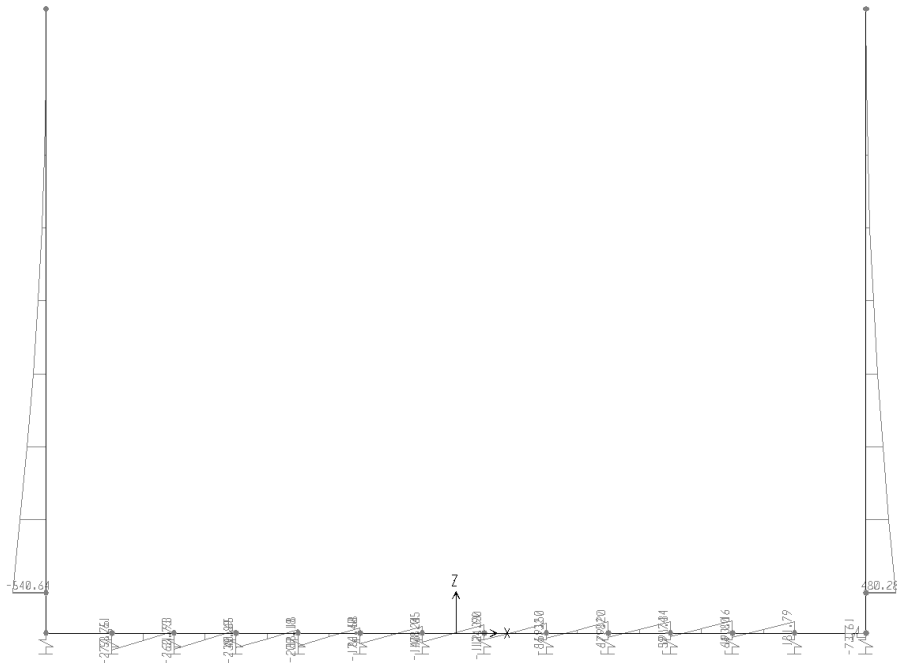


Figura 8 – Involuppo diagrammi del taglio – SLE

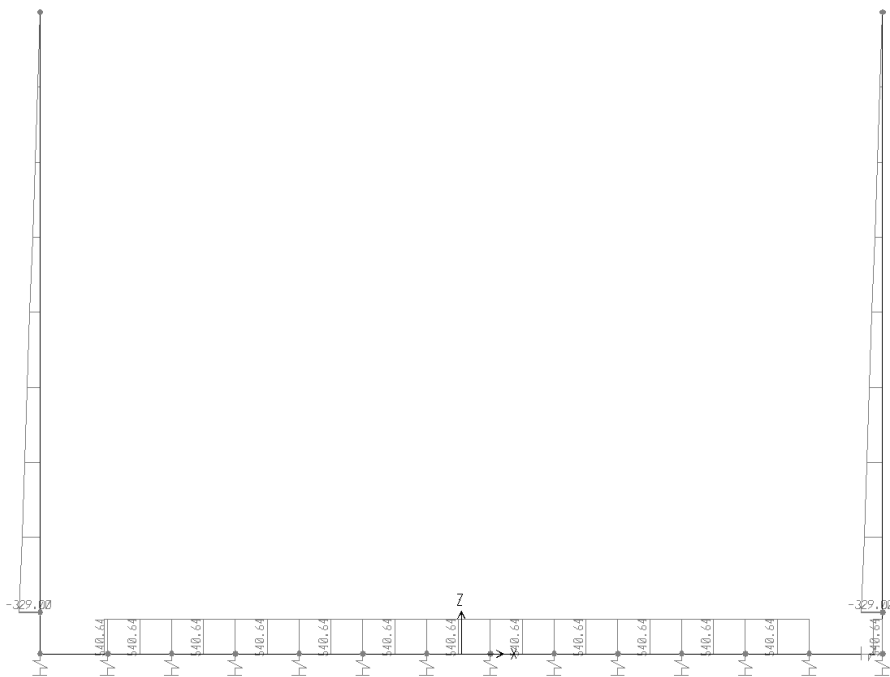


Figura 9 – Involuppo diagrammi dello sforzo normale – SLE

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 46 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7.4.3 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:

Armatura a flessione		
Elemento	Af 1	Af 2
PIEDRITTI	1 ϕ 26/20	1 ϕ 26/10 a tutta altezza+1 ϕ 26/10 fino alla mezzeria del piedritto
FONDAZIONE	1 ϕ 26/10	1 ϕ 26/10+14 ϕ 26/100 fino alla mezzeria della fondazione

Af1: Armatura lato esterno

Af2: Armatura lato interno (terreno rinterro)

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento ad un copriferro di calcolo netto pari a 4 cm.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 47 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7.4.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE

7.4.4.1 Verifiche SLU

Le verifiche vengono condotte con le modalità indicate nel cap. 6.

VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE PLINTO DI FONDAZIONE

VERIFICHE DI ESERCIZIO					
Combinazione	N	M	σ_c	σ_s	Wk
	KN/m	kNm/m	Mpa	Mpa	mm
SLE_RARA	-541	-2078	6.04	-178.34	-
SLE_FR	-518	-2014	6.86	-172.62	0.178
SLE_QP	-451	-1823	5.32	-155.62	0.176

VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SLU/SLV/ECC			
Combinazione	N	M	C.S. (NRd, MRd)
	KN/m	kNm/m	
SLU-SLV	-1048	-4875	1.04

VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE PIEDRITTO

VERIFICHE DI ESERCIZIO					
Combinazione	N	M	σ_c	σ_s	Wk
	KN/m	kNm/m	Mpa	Mpa	mm
SLE_RARA	-329	-1682	5.56	-128.34	-
SLE_FR	-329	-1615	5.35	-122.71	0.116
SLE_QP	-329	-1412	4.71	-105.67	0.113

VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SLU/SLV/ECC			
Combinazione	N	M	C.S. (NRd, MRd)
	KN/m	kNm/m	
SLU-SLV	-329	-4220	1.22

Gli sforzi normali di trazione sono negativi

I momenti negativi tendono le fibre controterra.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 48 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7.4.4.2 VERIFICHE A TAGLIO

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

Tabella 8 - Verifiche di resistenza a taglio

Verifica a taglio (per metro lineare di sezione)						
Sezione	V_{Ed}	b	h	V_{Rd}	Esito	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Fondazione	385	100	130	673	Verificato	-
Piedritti	1049	100	140	1066	Verificato	5 Φ 14/40

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI**Ponte Fratte**

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 49 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7.4.5 VERIFICHE GEOTECNICHE

Il terreno di fondazione deve essere in grado di sopportare il carico che gli viene trasmesso dalle strutture sovrastanti senza che si verifichi rottura e senza che i cedimenti della struttura siano eccessivi. La verifica di stabilità globale, si riconduce, per la particolarità geometrica del muro in esame, alla verifica a carico limite. Le verifiche di scorrimento e ribaltamento possono ritenersi soddisfatte in virtù della simmetria dello schema di carico.

Verifica a carico limite del terreno di fondazione

La verifica a carico limite è eseguita in automatico dal software di calcolo attraverso l'utilizzo di una formula trinomia. Come è noto in letteratura esistono diverse formule che si differenziano tra loro per l'introduzione di fattori correttivi per tener conto della profondità della fondazione, dell'eccentricità ed inclinazione del carico, ecc.

Nel caso in esame si sono utilizzate le espressioni dei coefficienti proposti da Brinch-Hansen. Cautelativamente le verifiche sono state eseguite in termini di tensioni efficaci e trascurando il contributo alla resistenza offerto dalla coesione. Si riportano qui di seguito i risultati ottenuti per la combinazione dimensionante A1+M1:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 50 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

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

D = Profondità del piano di appoggio

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

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

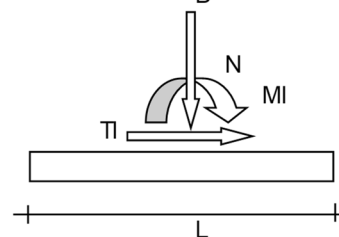
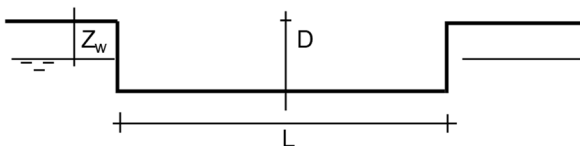
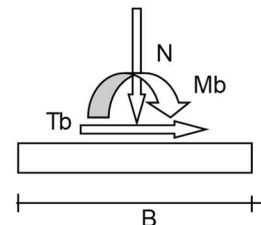
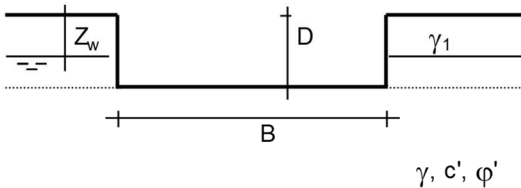
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2^*e_B$)

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

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

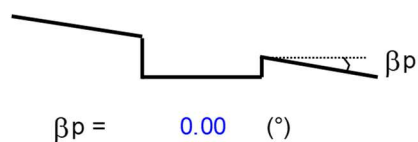
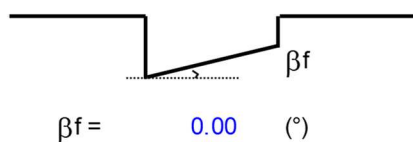
coefficienti parziali

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



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 14.10 (m)
 L = 10.30 (m)
 D = 1.30 (m)



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 51 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	5113.00	0.00	5113.00
Mb [kNm]	1493.00	0.00	1493.00
MI [kNm]	0.00	0.00	0.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

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

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 25.00 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 25.00 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 20.00 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0.29 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 13.52 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 10.30 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 24.70 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

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

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

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

$$Nq = 10.66$$

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

$$Nc = 20.72$$

$$Ny = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$Ny = 10.88$$

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N, prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 52 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

 s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.68$$

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

$$s_q = 1.61$$

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

$$s_\gamma = 0.48$$

 i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B / L) / (1 + B / L) = 1.43 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L / B) / (1 + L / B) = 1.57 \quad m = 1.43 \quad (-)$$

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

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

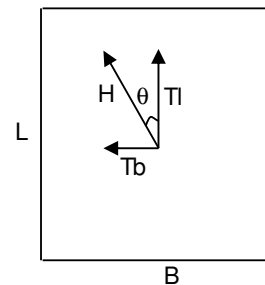
$$i_q = 1.00$$

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

$$i_c = 1.00$$

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

$$i_\gamma = 1.00$$


 d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

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

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

$$d_q = 1.03$$

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

$$d_c = 1.03$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 53 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

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

$$b_q = 1.00$$

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

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

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

$$g_q = 1.00$$

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

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 1100.70 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

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

$$q = 36.73 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Coefficiente di sicurezza

$$F_s = q_{lim} / q = 29.97 > F_s = 2.30$$



QUADRILATERO
Merche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 54 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

ALLEGATO 1

TABULATI DI CALCOLO MURI ANDATORI AD U



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N,prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 55 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	---------------	-----------	--------------------------

SAP2000 v14.0.0 3/25/20 17:17:40

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
SteelDesign					
No	SLE Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.000000
	SLE		Linear Static	ACC	1.000000
	SLE		Linear Static	RILEVATO	1.000000
	SLE		Linear Static	SPINTA_RIL	1.000000
	SLE		Linear Static	SPINTA_ACC	1.000000
No	FR Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.000000
	FR		Linear Static	ACC	0.750000
	FR		Linear Static	RILEVATO	1.000000
	FR		Linear Static	SPINTA_RIL	1.000000
	FR		Linear Static	SPINTA_ACC	0.750000
No	QP Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.000000
	QP		Linear Static	RILEVATO	1.000000
	QP		Linear Static	SPINTA_RIL	1.000000
No	A1+M1 Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.300000
	A1+M1		Linear Static	ACC	1.500000
	A1+M1		Linear Static	RILEVATO	1.300000
	A1+M1		Linear Static	SPINTA_RIL	1.086000
	A1+M1		Linear Static	SPINTA_ACC	1.250000
No	SLV+M1 Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.000000
	SLV+M1		Linear Static	RILEVATO	1.000000
	SLV+M1		Linear Static	INERZIA_MURO	1.000000
	SLV+M1		Linear Static	SPINTA_RIL	0.877000
	SLV+M1		Linear Static	SPINTA_TER_SIS	1.000000
No	A2+M2 Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.000000
	A2+M2		Linear Static	ACC	1.300000
	A2+M2		Linear Static	RILEVATO	1.000000
	A2+M2		Linear Static	SPINTA_RIL	1.000000
	A2+M2		Linear Static	SPINTA_ACC	1.300000
No	SLV+M2 Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.000000
	SLV+M2		Linear Static	RILEVATO	1.000000
	SLV+M2		Linear Static	INERZIA_MURO	1.000000
	SLV+M2		Linear Static	SPINTA_RIL	1.000000
	SLV+M2		Linear Static	SPINTA_TER_SIS	1.000000
No	ECC Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.000000
	ECC		Linear Static	RILEVATO	1.000000
	ECC		Linear Static	SPINTA_RIL	1.000000
	ECC		Linear Static	ACC	1.000000
	ECC		Linear Static	SPINTA_ACC	1.000000
	ECC		Linear Static	URTO	1.000000
No	SLU-SLV_ECC_INV Envelope	No	Response Combo	A1+M1	1.000000
	SLU-SLV_ECC_INV		Response Combo	A2+M2	1.000000
	SLU-SLV_ECC_INV		Response Combo	SLV+M1	1.000000
	SLU-SLV_ECC_INV		Response Combo	SLV+M2	1.000000
	SLU-SLV_ECC_INV		Response Combo	ECC	1.000000

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

ComboName	CaseName	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign	GUID
SLE	DEAD	No	No	No	
SLE	ACC				
SLE	RILEVATO				
SLE	SPINTA_RIL				
SLE	SPINTA_ACC				
FR	DEAD	No	No	No	
FR	ACC				
FR	RILEVATO				



QUADRILATERO
Merche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 56 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

FR	SPINTA_RIL				
FR	SPINTA_ACC				
QP	DEAD	No	No	No	
QP	RILEVATO				
QP	SPINTA_RIL				
A1+M1	DEAD	No	No	No	
A1+M1	ACC				
A1+M1	RILEVATO				
A1+M1	SPINTA_RIL				
A1+M1	SPINTA_ACC				
SLV+M1	DEAD	No	No	No	
SLV+M1	RILEVATO				
SLV+M1	INERZIA_MURO				
SLV+M1	SPINTA_RIL				
SLV+M1	SPINTA_TER_SIS				
A2+M2	DEAD	No	No	No	
A2+M2	ACC				
A2+M2	RILEVATO				
A2+M2	SPINTA_RIL				
A2+M2	SPINTA_ACC				
SLV+M2	DEAD	No	No	No	
SLV+M2	RILEVATO				
SLV+M2	INERZIA_MURO				
SLV+M2	SPINTA_RIL				
SLV+M2	SPINTA_TER_SIS				
ECC	DEAD	No	No	No	
ECC	RILEVATO				
ECC	SPINTA_RIL				
ECC	ACC				
ECC	SPINTA_ACC				
ECC	URTO				
SLU-SLV_ECC_INV	A1+M1	No	No	No	
SLU-SLV_ECC_INV	A2+M2				
SLU-SLV_ECC_INV	SLV+M1				
SLU-SLV_ECC_INV	SLV+M2				
SLU-SLV_ECC_INV	ECC				

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	Notes
SLE	DEAD	
SLE	ACC	
SLE	RILEVATO	
SLE	SPINTA_RIL	
SLE	SPINTA_ACC	
FR	DEAD	
FR	ACC	
FR	RILEVATO	
FR	SPINTA_RIL	
FR	SPINTA_ACC	
QP	DEAD	
QP	RILEVATO	
QP	SPINTA_RIL	
A1+M1	DEAD	
A1+M1	ACC	
A1+M1	RILEVATO	
A1+M1	SPINTA_RIL	
A1+M1	SPINTA_ACC	
SLV+M1	DEAD	
SLV+M1	RILEVATO	
SLV+M1	INERZIA_MURO	
SLV+M1	SPINTA_RIL	
SLV+M1	SPINTA_TER_SIS	
A2+M2	DEAD	
A2+M2	ACC	
A2+M2	RILEVATO	
A2+M2	SPINTA_RIL	
A2+M2	SPINTA_ACC	
SLV+M2	DEAD	
SLV+M2	RILEVATO	
SLV+M2	INERZIA_MURO	
SLV+M2	SPINTA_RIL	
SLV+M2	SPINTA_TER_SIS	
ECC	DEAD	



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N,prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 57 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	---------------	-----------	--------------------------

ECC	RILEVATO
ECC	SPINTA_RIL
ECC	ACC
ECC	SPINTA_ACC
ECC	URTO
SLU-SLV_ECC_INV	A1+M1
SLU-SLV_ECC_INV	A2+M2
SLU-SLV_ECC_INV	SLV+M1
SLU-SLV_ECC_INV	SLV+M2
SLU-SLV_ECC_INV	ECC

Table: Connectivity - Frame, Part 1 of 2

CentroidZ	Frame	JointI	JointJ	IsCurved	Length	CentroidX	CentroidY
m					m	m	m
0.32500	4	1	5	No	0.65000	-6.60000	0.00000
5.35000	5	5	3	No	9.40000	-6.60000	0.00000
0.32500	6	2	6	No	0.65000	6.60000	0.00000
5.35000	7	6	4	No	9.40000	6.60000	0.00000
0.00000	8	1	7	No	1.05784	-6.07108	0.00000
0.00000	13	9	2	No	1.15000	6.02500	0.00000
0.00000	47	7	40	No	0.99929	-5.04252	0.00000
0.00000	48	40	41	No	0.99929	-4.04323	0.00000
0.00000	49	41	42	No	0.99929	-3.04394	0.00000
0.00000	50	42	43	No	0.99929	-2.04465	0.00000
0.00000	51	43	44	No	0.99929	-1.04537	0.00000
0.00000	52	44	45	No	0.99929	-0.04608	0.00000
0.00000	53	45	46	No	0.99929	0.95321	0.00000
0.00000	54	46	47	No	0.99929	1.95249	0.00000
0.00000	55	47	48	No	0.99929	2.95178	0.00000
0.00000	56	48	49	No	0.99929	3.95107	0.00000
0.00000	57	49	9	No	0.99929	4.95036	0.00000

Table: Connectivity - Frame, Part 2 of 2

Frame	GUID
4	
5	
6	
7	
8	
13	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 58 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Table: Element Forces - Frames

Frame	OutputCase	CaseType	P KN	V2 KN	V3 KN	M2 KN-m	M3 KN-m
4	SLE	Combination	-329.070	-540.636	0.000	0.0000	-1683.0741
4	SLE	Combination	-329.044	-540.636	0.000	0.0000	-1682.6686
4	SLE	Combination	-329.000	-540.636	0.000	0.0000	-1681.9928
4	FR	Combination	-329.070	-518.136	0.000	0.0000	-1615.5291
4	FR	Combination	-329.044	-518.136	0.000	0.0000	-1615.1405
4	FR	Combination	-329.000	-518.136	0.000	0.0000	-1614.4928
4	QP	Combination	-329.070	-450.636	0.000	0.0000	-1412.8941
4	QP	Combination	-329.044	-450.636	0.000	0.0000	-1412.5561
4	QP	Combination	-329.000	-450.636	0.000	0.0000	-1411.9928
4	A1+M1	Combination	-427.791	-698.327	0.000	0.0000	-2174.4873
4	A1+M1	Combination	-427.757	-698.327	0.000	0.0000	-2173.9636
4	A1+M1	Combination	-427.700	-698.327	0.000	0.0000	-2173.0907
4	SLV+M1	Combination	-329.070	-1048.053	0.000	0.0000	-4221.9489
4	SLV+M1	Combination	-329.044	-1048.053	0.000	0.0000	-4221.1628
4	SLV+M1	Combination	-329.000	-1048.053	0.000	0.0000	-4219.8528
4	A2+M2	Combination	-329.070	-567.636	0.000	0.0000	-1764.1281
4	A2+M2	Combination	-329.044	-567.636	0.000	0.0000	-1763.7024
4	A2+M2	Combination	-329.000	-567.636	0.000	0.0000	-1762.9928
4	SLV+M2	Combination	-329.070	-1048.053	0.000	0.0000	-4221.9489
4	SLV+M2	Combination	-329.044	-1048.053	0.000	0.0000	-4221.1628
4	SLV+M2	Combination	-329.000	-1048.053	0.000	0.0000	-4219.8528
4	ECC	Combination	-329.070	-580.636	0.000	0.0000	-2099.1541
4	ECC	Combination	-329.044	-580.636	0.000	0.0000	-2098.7186
4	ECC	Combination	-329.000	-580.636	0.000	0.0000	-2097.9928
5	SLE	Combination	-329.000	-540.636	0.000	0.0000	-1681.9928
5	SLE	Combination	-287.875	-417.393	0.000	0.0000	-1120.5296
5	SLE	Combination	-246.750	-308.233	0.000	0.0000	-695.6032
5	SLE	Combination	-205.625	-213.155	0.000	0.0000	-390.6670
5	SLE	Combination	-164.500	-132.159	0.000	0.0000	-189.1741
5	SLE	Combination	-123.375	-65.246	0.000	0.0000	-74.5777
5	SLE	Combination	-82.250	-28.165	0.000	0.0000	-22.0624
5	SLE	Combination	-41.125	-7.041	0.000	0.0000	-2.7578
5	SLE	Combination	-7.276E-12	9.468E-13	0.000	0.0000	-1.121E-11
5	FR	Combination	-329.000	-518.136	0.000	0.0000	-1614.4928
5	FR	Combination	-287.875	-399.299	0.000	0.0000	-1076.8784
5	FR	Combination	-246.750	-294.545	0.000	0.0000	-670.6235
5	FR	Combination	-205.625	-203.873	0.000	0.0000	-379.1814
5	FR	Combination	-164.500	-127.284	0.000	0.0000	-186.0054
5	FR	Combination	-123.375	-64.777	0.000	0.0000	-74.5484
5	FR	Combination	-82.250	-28.165	0.000	0.0000	-22.0624
5	FR	Combination	-41.125	-7.041	0.000	0.0000	-2.7578
5	FR	Combination	-7.276E-12	7.232E-13	0.000	0.0000	-9.073E-12
5	QP	Combination	-329.000	-450.636	0.000	0.0000	-1411.9928
5	QP	Combination	-287.875	-345.018	0.000	0.0000	-945.9249
5	QP	Combination	-246.750	-253.483	0.000	0.0000	-595.6845
5	QP	Combination	-205.625	-176.030	0.000	0.0000	-344.7248
5	QP	Combination	-164.500	-112.659	0.000	0.0000	-176.4991
5	QP	Combination	-123.375	-63.371	0.000	0.0000	-74.4606
5	QP	Combination	-82.250	-28.165	0.000	0.0000	-22.0624
5	QP	Combination	-41.125	-7.041	0.000	0.0000	-2.7578
5	QP	Combination	-7.276E-12	5.240E-14	0.000	0.0000	-2.668E-12
5	A1+M1	Combination	-427.700	-698.327	0.000	0.0000	-2173.0907
5	A1+M1	Combination	-374.238	-538.992	0.000	0.0000	-1447.9582
5	A1+M1	Combination	-320.775	-397.965	0.000	0.0000	-899.2882
5	A1+M1	Combination	-267.313	-275.245	0.000	0.0000	-505.5700
5	A1+M1	Combination	-213.850	-170.832	0.000	0.0000	-245.2926
5	A1+M1	Combination	-160.388	-84.726	0.000	0.0000	-96.9452
5	A1+M1	Combination	-106.925	-36.614	0.000	0.0000	-28.6811
5	A1+M1	Combination	-53.463	-9.154	0.000	0.0000	-3.5851
5	A1+M1	Combination	-9.459E-12	1.186E-12	0.000	0.0000	-1.417E-11
5	SLV+M1	Combination	-329.000	-1048.053	0.000	0.0000	-4219.8528
5	SLV+M1	Combination	-287.875	-867.758	0.000	0.0000	-3095.6926
5	SLV+M1	Combination	-246.750	-701.546	0.000	0.0000	-2175.1057
5	SLV+M1	Combination	-205.625	-549.415	0.000	0.0000	-1441.5451
5	SLV+M1	Combination	-164.500	-411.368	0.000	0.0000	-878.4641
5	SLV+M1	Combination	-123.375	-287.402	0.000	0.0000	-469.3159
5	SLV+M1	Combination	-82.250	-177.519	0.000	0.0000	-197.5536
5	SLV+M1	Combination	-41.125	-81.718	0.000	0.0000	-46.6306
5	SLV+M1	Combination	-7.276E-12	-6.112E-12	0.000	0.0000	2.236E-11
5	A2+M2	Combination	-329.000	-567.636	0.000	0.0000	-1762.9928

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 59 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

5	A2+M2	Combination	-287.875	-439.106	0.000	0.0000	-1172.9110	
5	A2+M2	Combination	-246.750	-324.658	0.000	0.0000	-725.5788	
5	A2+M2	Combination	-205.625	-224.292	0.000	0.0000	-404.4497	
5	A2+M2	Combination	-164.500	-138.009	0.000	0.0000	-192.9766	
5	A2+M2	Combination	-123.375	-65.808	0.000	0.0000	-74.6129	
5	A2+M2	Combination	-82.250	-28.165	0.000	0.0000	-22.0624	
5	A2+M2	Combination	-41.125	-7.041	0.000	0.0000	-2.7578	
5	A2+M2	Combination	-7.276E-12	1.215E-12	0.000	0.0000	-1.377E-11	
5	SLV+M2	Combination	-329.000	-1048.053	0.000	0.0000	-4219.8528	
5	SLV+M2	Combination	-287.875	-867.758	0.000	0.0000	-3095.6926	
5	SLV+M2	Combination	-246.750	-701.546	0.000	0.0000	-2175.1057	
5	SLV+M2	Combination	-205.625	-549.415	0.000	0.0000	-1441.5451	
5	SLV+M2	Combination	-164.500	-411.368	0.000	0.0000	-878.4641	
5	SLV+M2	Combination	-123.375	-287.402	0.000	0.0000	-469.3159	
5	SLV+M2	Combination	-82.250	-177.519	0.000	0.0000	-197.5536	
5	SLV+M2	Combination	-41.125	-81.718	0.000	0.0000	-46.6306	
5	SLV+M2	Combination	-7.276E-12	-6.112E-12	0.000	0.0000	2.236E-11	
5	ECC	Combination	-329.000	-580.636	0.000	0.0000	-2097.9928	
5	ECC	Combination	-287.875	-457.393	0.000	0.0000	-1489.5296	
5	ECC	Combination	-246.750	-348.233	0.000	0.0000	-1017.6032	
5	ECC	Combination	-205.625	-253.155	0.000	0.0000	-665.6670	
5	ECC	Combination	-164.500	-172.159	0.000	0.0000	-417.1741	
5	ECC	Combination	-123.375	-105.246	0.000	0.0000	-255.5777	
5	ECC	Combination	-82.250	-68.165	0.000	0.0000	-156.0624	
5	ECC	Combination	-41.125	-47.041	0.000	0.0000	-89.7578	
5	ECC	Combination	-7.276E-12	-40.000	0.000	0.0000	-40.0000	
6	SLE	Combination	-329.070	480.276	0.000	0.0000	1501.8734	
6	SLE	Combination	-329.044	480.276	0.000	0.0000	1501.5132	
6	SLE	Combination	-329.000	480.276	0.000	0.0000	1500.9128	
6	FR	Combination	-329.070	472.866	0.000	0.0000	1479.6286	
6	FR	Combination	-329.044	472.866	0.000	0.0000	1479.2739	
6	FR	Combination	-329.000	472.866	0.000	0.0000	1478.6828	
6	QP	Combination	-329.070	450.636	0.000	0.0000	1412.8941	
6	QP	Combination	-329.044	450.636	0.000	0.0000	1412.5561	
6	QP	Combination	-329.000	450.636	0.000	0.0000	1411.9928	
6	A1+M1	Combination	-427.791	622.877	0.000	0.0000	1947.9864	
6	A1+M1	Combination	-427.757	622.877	0.000	0.0000	1947.5193	
6	A1+M1	Combination	-427.700	622.877	0.000	0.0000	1946.7407	
6	SLV+M1	Combination	-329.070	356.871	0.000	0.0000	972.0111	
6	SLV+M1	Combination	-329.044	356.871	0.000	0.0000	971.7434	
6	SLV+M1	Combination	-329.000	356.871	0.000	0.0000	971.2973	
6	A2+M2	Combination	-329.070	489.168	0.000	0.0000	1528.5672	
6	A2+M2	Combination	-329.044	489.168	0.000	0.0000	1528.2003	
6	A2+M2	Combination	-329.000	489.168	0.000	0.0000	1527.5888	
6	SLV+M2	Combination	-329.070	356.871	0.000	0.0000	972.0111	
6	SLV+M2	Combination	-329.044	356.871	0.000	0.0000	971.7434	
6	SLV+M2	Combination	-329.000	356.871	0.000	0.0000	971.2973	
6	ECC	Combination	-329.070	480.276	0.000	0.0000	1501.8734	
6	ECC	Combination	-329.044	480.276	0.000	0.0000	1501.5132	
6	ECC	Combination	-329.000	480.276	0.000	0.0000	1500.9128	
7	SLE	Combination	-329.000	480.276	0.000	0.0000	1500.9128	
7	SLE	Combination	-287.875	368.854	0.000	0.0000	1003.4280	
7	SLE	Combination	-246.750	271.514	0.000	0.0000	628.5910	
7	SLE	Combination	-205.625	188.256	0.000	0.0000	359.8551	
7	SLE	Combination	-164.500	119.081	0.000	0.0000	180.6734	
7	SLE	Combination	-123.375	63.988	0.000	0.0000	74.4992	
7	SLE	Combination	-82.250	28.165	0.000	0.0000	22.0624	
7	SLE	Combination	-41.125	7.041	0.000	0.0000	2.7578	
7	SLE	Combination	0.000	3.326E-13	0.000	0.0000	-2.702E-12	
7	FR	Combination	-329.000	472.866	0.000	0.0000	1478.6828	
7	FR	Combination	-287.875	362.895	0.000	0.0000	989.0522	
7	FR	Combination	-246.750	267.006	0.000	0.0000	620.3644	
7	FR	Combination	-205.625	185.200	0.000	0.0000	356.0725	
7	FR	Combination	-164.500	117.476	0.000	0.0000	179.6298	
7	FR	Combination	-123.375	63.834	0.000	0.0000	74.4895	
7	FR	Combination	-82.250	28.165	0.000	0.0000	22.0624	
7	FR	Combination	-41.125	7.041	0.000	0.0000	2.7578	
7	FR	Combination	0.000	2.506E-13	0.000	0.0000	-1.379E-12	
7	QP	Combination	-329.000	450.636	0.000	0.0000	1411.9928	
7	QP	Combination	-287.875	345.018	0.000	0.0000	945.9249	
7	QP	Combination	-246.750	253.483	0.000	0.0000	595.6845	
7	QP	Combination	-205.625	176.030	0.000	0.0000	344.7248	
7	QP	Combination	-164.500	112.659	0.000	0.0000	176.4991	
7	QP	Combination	-123.375	63.371	0.000	0.0000	74.4606	
7	QP	Combination	-82.250	28.165	0.000	0.0000	22.0624	
7	QP	Combination	-41.125	7.041	0.000	0.0000	2.7578	
7	QP	Combination	0.000	4.441E-15	0.000	0.0000	2.589E-12	

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 60 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7	A1+M1	Combination	-427.700	622.877	0.000	0.0000	1946.7407	
7	A1+M1	Combination	-374.238	478.318	0.000	0.0000	1301.5813	
7	A1+M1	Combination	-320.775	352.066	0.000	0.0000	815.5230	
7	A1+M1	Combination	-267.313	244.122	0.000	0.0000	467.0551	
7	A1+M1	Combination	-213.850	154.484	0.000	0.0000	234.6667	
7	A1+M1	Combination	-160.388	83.154	0.000	0.0000	96.8470	
7	A1+M1	Combination	-106.925	36.614	0.000	0.0000	28.6811	
7	A1+M1	Combination	-53.463	9.154	0.000	0.0000	3.5851	
7	A1+M1	Combination	0.000	4.160E-13	0.000	0.0000	-3.361E-12	
7	SLV+M1	Combination	-329.000	356.871	0.000	0.0000	971.2973	
7	SLV+M1	Combination	-287.875	262.974	0.000	0.0000	608.5174	
7	SLV+M1	Combination	-246.750	183.159	0.000	0.0000	347.7932	
7	SLV+M1	Combination	-205.625	117.427	0.000	0.0000	172.5781	
7	SLV+M1	Combination	-164.500	65.777	0.000	0.0000	66.3252	
7	SLV+M1	Combination	-123.375	28.209	0.000	0.0000	12.4878	
7	SLV+M1	Combination	-82.250	4.724	0.000	0.0000	-5.4811	
7	SLV+M1	Combination	-41.125	-4.679	0.000	0.0000	-4.1281	
7	SLV+M1	Combination	0.000	-2.117E-12	0.000	0.0000	2.902E-11	
7	A2+M2	Combination	-329.000	489.168	0.000	0.0000	1527.5888	
7	A2+M2	Combination	-287.875	376.004	0.000	0.0000	1020.6790	
7	A2+M2	Combination	-246.750	276.923	0.000	0.0000	638.4630	
7	A2+M2	Combination	-205.625	191.924	0.000	0.0000	364.3942	
7	A2+M2	Combination	-164.500	121.008	0.000	0.0000	181.9257	
7	A2+M2	Combination	-123.375	64.173	0.000	0.0000	74.5107	
7	A2+M2	Combination	-82.250	28.165	0.000	0.0000	22.0624	
7	A2+M2	Combination	-41.125	7.041	0.000	0.0000	2.7578	
7	A2+M2	Combination	0.000	4.311E-13	0.000	0.0000	-4.289E-12	
7	SLV+M2	Combination	-329.000	356.871	0.000	0.0000	971.2973	
7	SLV+M2	Combination	-287.875	262.974	0.000	0.0000	608.5174	
7	SLV+M2	Combination	-246.750	183.159	0.000	0.0000	347.7932	
7	SLV+M2	Combination	-205.625	117.427	0.000	0.0000	172.5781	
7	SLV+M2	Combination	-164.500	65.777	0.000	0.0000	66.3252	
7	SLV+M2	Combination	-123.375	28.209	0.000	0.0000	12.4878	
7	SLV+M2	Combination	-82.250	4.724	0.000	0.0000	-5.4811	
7	SLV+M2	Combination	-41.125	-4.679	0.000	0.0000	-4.1281	
7	SLV+M2	Combination	0.000	-2.117E-12	0.000	0.0000	2.902E-11	
7	ECC	Combination	-329.000	480.276	0.000	0.0000	1500.9128	
7	ECC	Combination	-287.875	368.854	0.000	0.0000	1003.4280	
7	ECC	Combination	-246.750	271.514	0.000	0.0000	628.5910	
7	ECC	Combination	-205.625	188.256	0.000	0.0000	359.8551	
7	ECC	Combination	-164.500	119.081	0.000	0.0000	180.6734	
7	ECC	Combination	-123.375	63.988	0.000	0.0000	74.4992	
7	ECC	Combination	-82.250	28.165	0.000	0.0000	22.0624	
7	ECC	Combination	-41.125	7.041	0.000	0.0000	2.7578	
7	ECC	Combination	0.000	3.326E-13	0.000	0.0000	9.364E-13	
8	SLE	Combination	540.636	56.730	0.000	0.0000	-2073.8857	
8	SLE	Combination	540.636	58.609	0.000	0.0000	-2077.2213	
8	FR	Combination	518.136	74.273	0.000	0.0000	-2009.3041	
8	FR	Combination	518.136	76.153	0.000	0.0000	-2013.6544	
8	QP	Combination	450.636	126.903	0.000	0.0000	-1815.5594	
8	QP	Combination	450.636	128.783	0.000	0.0000	-1822.9538	
8	A1+M1	Combination	698.327	62.385	0.000	0.0000	-2668.2632	
8	A1+M1	Combination	698.327	64.829	0.000	0.0000	-2671.9422	
8	SLV+M1	Combination	1048.053	-8.479	0.000	0.0000	-4876.3582	
8	SLV+M1	Combination	1048.053	-6.599	0.000	0.0000	-4875.9222	
8	A2+M2	Combination	567.636	35.677	0.000	0.0000	-2151.3836	
8	A2+M2	Combination	567.636	37.557	0.000	0.0000	-2153.5016	
8	SLV+M2	Combination	1048.053	-8.479	0.000	0.0000	-4876.3582	
8	SLV+M2	Combination	1048.053	-6.599	0.000	0.0000	-4875.9222	
8	ECC	Combination	580.636	39.410	0.000	0.0000	-2498.5658	
8	ECC	Combination	580.636	41.289	0.000	0.0000	-2500.8996	
13	SLE	Combination	540.636	-73.606	0.000	0.0000	-1823.7675	
13	SLE	Combination	540.636	-68.731	0.000	0.0000	-1813.0922	
13	FR	Combination	518.136	-78.321	0.000	0.0000	-1797.4282	
13	FR	Combination	518.136	-73.446	0.000	0.0000	-1786.0457	
13	QP	Combination	450.636	-92.465	0.000	0.0000	-1718.4103	
13	QP	Combination	450.636	-87.590	0.000	0.0000	-1704.9062	
13	A1+M1	Combination	698.327	-91.299	0.000	0.0000	-2364.8301	
13	A1+M1	Combination	698.327	-84.961	0.000	0.0000	-2351.6105	
13	SLV+M1	Combination	1048.053	-179.633	0.000	0.0000	-1229.8427	
13	SLV+M1	Combination	1048.053	-174.758	0.000	0.0000	-1203.2634	
13	A2+M2	Combination	567.636	-67.948	0.000	0.0000	-1855.3746	
13	A2+M2	Combination	567.636	-63.073	0.000	0.0000	-1845.5480	
13	SLV+M2	Combination	1048.053	-179.633	0.000	0.0000	-1229.8427	
13	SLV+M2	Combination	1048.053	-174.758	0.000	0.0000	-1203.2634	
13	ECC	Combination	580.636	-82.842	0.000	0.0000	-1825.1529	
13	ECC	Combination	580.636	-77.967	0.000	0.0000	-1813.0922	

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 61 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

47	SLE Combination	540.636	-277.754	0.000	0.0000	-2077.2213		
47	SLE Combination	540.636	-122.124	0.000	0.0000	-1977.3885		
47	SLE Combination	540.636	31.928	0.000	0.0000	-1954.9212		
47	FR Combination	518.136	-242.203	0.000	0.0000	-2013.6544		
47	FR Combination	518.136	-97.937	0.000	0.0000	-1928.7293		
47	FR Combination	518.136	45.145	0.000	0.0000	-1915.5899		
47	QP Combination	450.636	-135.547	0.000	0.0000	-1822.9538		
47	QP Combination	450.636	-25.376	0.000	0.0000	-1782.7518		
47	QP Combination	450.636	84.796	0.000	0.0000	-1797.5962		
47	A1+M1 Combination	698.327	-384.854	0.000	0.0000	-2671.9422		
47	A1+M1 Combination	698.327	-173.443	0.000	0.0000	-2532.5659		
47	A1+M1 Combination	698.327	35.601	0.000	0.0000	-2498.2285		
47	SLV+M1 Combination	1048.053	-380.060	0.000	0.0000	-4875.9222		
47	SLV+M1 Combination	1048.053	-269.888	0.000	0.0000	-4713.5510		
47	SLV+M1 Combination	1048.053	-159.717	0.000	0.0000	-4606.2264		
47	A2+M2 Combination	567.636	-320.416	0.000	0.0000	-2153.5016		
47	A2+M2 Combination	567.636	-151.149	0.000	0.0000	-2035.7796		
47	A2+M2 Combination	567.636	16.068	0.000	0.0000	-2002.1187		
47	SLV+M2 Combination	1048.053	-380.060	0.000	0.0000	-4875.9222		
47	SLV+M2 Combination	1048.053	-269.888	0.000	0.0000	-4713.5510		
47	SLV+M2 Combination	1048.053	-159.717	0.000	0.0000	-4606.2264		
47	ECC Combination	580.636	-308.764	0.000	0.0000	-2500.8996		
47	ECC Combination	580.636	-153.134	0.000	0.0000	-2385.5732		
47	ECC Combination	580.636	0.919	0.000	0.0000	-2347.6123		
48	SLE Combination	540.636	-262.726	0.000	0.0000	-1954.9212		
48	SLE Combination	540.636	-110.250	0.000	0.0000	-1861.8093		
48	SLE Combination	540.636	40.648	0.000	0.0000	-1844.4866		
48	FR Combination	518.136	-233.822	0.000	0.0000	-1915.5899		
48	FR Combination	518.136	-91.922	0.000	0.0000	-1834.2612		
48	FR Combination	518.136	48.794	0.000	0.0000	-1823.5360		
48	QP Combination	450.636	-147.110	0.000	0.0000	-1797.5962		
48	QP Combination	450.636	-36.938	0.000	0.0000	-1751.6170		
48	QP Combination	450.636	73.233	0.000	0.0000	-1760.6843		
48	A1+M1 Combination	698.327	-358.841	0.000	0.0000	-2498.2285		
48	A1+M1 Combination	698.327	-152.163	0.000	0.0000	-2370.6671		
48	A1+M1 Combination	698.327	52.150	0.000	0.0000	-2345.7803		
48	SLV+M1 Combination	1048.053	-463.009	0.000	0.0000	-4606.2264		
48	SLV+M1 Combination	1048.053	-352.838	0.000	0.0000	-4402.4099		
48	SLV+M1 Combination	1048.053	-242.667	0.000	0.0000	-4253.6399		
48	A2+M2 Combination	567.636	-297.410	0.000	0.0000	-2002.1187		
48	A2+M2 Combination	567.636	-132.244	0.000	0.0000	-1894.8670		
48	A2+M2 Combination	567.636	30.872	0.000	0.0000	-1869.6273		
48	SLV+M2 Combination	1048.053	-463.009	0.000	0.0000	-4606.2264		
48	SLV+M2 Combination	1048.053	-352.838	0.000	0.0000	-4402.4099		
48	SLV+M2 Combination	1048.053	-242.667	0.000	0.0000	-4253.6399		
48	ECC Combination	580.636	-302.431	0.000	0.0000	-2347.6123		
48	ECC Combination	580.636	-149.956	0.000	0.0000	-2234.6620		
48	ECC Combination	580.636	0.942	0.000	0.0000	-2197.5009		
49	SLE Combination	540.636	-238.887	0.000	0.0000	-1844.4866		
49	SLE Combination	540.636	-89.566	0.000	0.0000	-1762.4975		
49	SLE Combination	540.636	58.177	0.000	0.0000	-1754.7215		
49	FR Combination	518.136	-216.060	0.000	0.0000	-1823.5360		
49	FR Combination	518.136	-76.526	0.000	0.0000	-1750.4910		
49	FR Combination	518.136	61.824	0.000	0.0000	-1746.8673		
49	QP Combination	450.636	-147.578	0.000	0.0000	-1760.6843		
49	QP Combination	450.636	-37.406	0.000	0.0000	-1714.4712		
49	QP Combination	450.636	72.765	0.000	0.0000	-1723.3045		
49	A1+M1 Combination	698.327	-322.411	0.000	0.0000	-2345.7803		
49	A1+M1 Combination	698.327	-120.465	0.000	0.0000	-2235.2387		
49	A1+M1 Combination	698.327	79.116	0.000	0.0000	-2225.0075		
49	SLV+M1 Combination	1048.053	-509.317	0.000	0.0000	-4253.6399		
49	SLV+M1 Combination	1048.053	-399.146	0.000	0.0000	-4026.6859		
49	SLV+M1 Combination	1048.053	-288.974	0.000	0.0000	-3854.7785		
49	A2+M2 Combination	567.636	-266.280	0.000	0.0000	-1869.6273		
49	A2+M2 Combination	567.636	-105.214	0.000	0.0000	-1776.9055		
49	A2+M2 Combination	567.636	53.801	0.000	0.0000	-1764.1466		
49	SLV+M2 Combination	1048.053	-509.317	0.000	0.0000	-4253.6399		
49	SLV+M2 Combination	1048.053	-399.146	0.000	0.0000	-4026.6859		
49	SLV+M2 Combination	1048.053	-288.974	0.000	0.0000	-3854.7785		
49	ECC Combination	580.636	-283.889	0.000	0.0000	-2197.5009		
49	ECC Combination	580.636	-134.569	0.000	0.0000	-2093.0266		
49	ECC Combination	580.636	13.175	0.000	0.0000	-2062.7654		
50	SLE Combination	540.636	-209.180	0.000	0.0000	-1754.7215		
50	SLE Combination	540.636	-63.014	0.000	0.0000	-1686.7873		
50	SLE Combination	540.636	81.575	0.000	0.0000	-1691.4900		
50	FR Combination	518.136	-191.829	0.000	0.0000	-1746.8673		
50	FR Combination	518.136	-54.662	0.000	0.0000	-1685.3378		

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 62 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

50	FR	Combination	518.136	81.323	0.000	0.0000	-1692.0476	
50	QP	Combination	450.636	-139.777	0.000	0.0000	-1723.3045	
50	QP	Combination	450.636	-29.605	0.000	0.0000	-1680.9892	
50	QP	Combination	450.636	80.566	0.000	0.0000	-1693.7203	
50	A1+M1	Combination	698.327	-279.300	0.000	0.0000	-2225.0075	
50	A1+M1	Combination	698.327	-82.085	0.000	0.0000	-2134.8241	
50	A1+M1	Combination	698.327	112.764	0.000	0.0000	-2142.5868	
50	SLV+M1	Combination	1048.053	-525.868	0.000	0.0000	-3854.7785	
50	SLV+M1	Combination	1048.053	-415.696	0.000	0.0000	-3619.5553	
50	SLV+M1	Combination	1048.053	-305.525	0.000	0.0000	-3439.3785	
50	A2+M2	Combination	567.636	-230.001	0.000	0.0000	-1764.1466	
50	A2+M2	Combination	567.636	-73.036	0.000	0.0000	-1688.5268	
50	A2+M2	Combination	567.636	81.878	0.000	0.0000	-1690.8209	
50	SLV+M2	Combination	1048.053	-525.868	0.000	0.0000	-3854.7785	
50	SLV+M2	Combination	1048.053	-415.696	0.000	0.0000	-3619.5553	
50	SLV+M2	Combination	1048.053	-305.525	0.000	0.0000	-3439.3785	
50	ECC	Combination	580.636	-256.656	0.000	0.0000	-2062.7654	
50	ECC	Combination	580.636	-110.490	0.000	0.0000	-1971.1101	
50	ECC	Combination	580.636	34.099	0.000	0.0000	-1952.0918	
51	SLE	Combination	540.636	-176.399	0.000	0.0000	-1691.4900	
51	SLE	Combination	540.636	-33.388	0.000	0.0000	-1639.1463	
51	SLE	Combination	540.636	108.046	0.000	0.0000	-1657.8633	
51	FR	Combination	518.136	-163.916	0.000	0.0000	-1692.0476	
51	FR	Combination	518.136	-29.115	0.000	0.0000	-1643.8734	
51	FR	Combination	518.136	104.504	0.000	0.0000	-1662.7564	
51	QP	Combination	450.636	-126.468	0.000	0.0000	-1693.7203	
51	QP	Combination	450.636	-16.296	0.000	0.0000	-1658.0547	
51	QP	Combination	450.636	93.875	0.000	0.0000	-1677.4357	
51	A1+M1	Combination	698.327	-233.046	0.000	0.0000	-2142.5868	
51	A1+M1	Combination	698.327	-40.563	0.000	0.0000	-2074.3318	
51	A1+M1	Combination	698.327	149.554	0.000	0.0000	-2101.6586	
51	SLV+M1	Combination	1048.053	-518.887	0.000	0.0000	-3439.3785	
51	SLV+M1	Combination	1048.053	-408.715	0.000	0.0000	-3207.6434	
51	SLV+M1	Combination	1048.053	-298.544	0.000	0.0000	-3030.9547	
51	A2+M2	Combination	567.636	-191.379	0.000	0.0000	-1690.8209	
51	A2+M2	Combination	567.636	-38.515	0.000	0.0000	-1633.4738	
51	A2+M2	Combination	567.636	112.298	0.000	0.0000	-1651.9916	
51	SLV+M2	Combination	1048.053	-518.887	0.000	0.0000	-3439.3785	
51	SLV+M2	Combination	1048.053	-408.715	0.000	0.0000	-3207.6434	
51	SLV+M2	Combination	1048.053	-298.544	0.000	0.0000	-3030.9547	
51	ECC	Combination	580.636	-224.025	0.000	0.0000	-1952.0918	
51	ECC	Combination	580.636	-81.013	0.000	0.0000	-1875.9523	
51	ECC	Combination	580.636	60.421	0.000	0.0000	-1870.8736	
52	SLE	Combination	540.636	-143.237	0.000	0.0000	-1657.8633	
52	SLE	Combination	540.636	-3.380	0.000	0.0000	-1621.3007	
52	SLE	Combination	540.636	134.899	0.000	0.0000	-1654.2227	
52	FR	Combination	518.136	-135.018	0.000	0.0000	-1662.7564	
52	FR	Combination	518.136	-2.583	0.000	0.0000	-1628.4299	
52	FR	Combination	518.136	128.670	0.000	0.0000	-1659.9785	
52	QP	Combination	450.636	-110.361	0.000	0.0000	-1677.4357	
52	QP	Combination	450.636	-0.190	0.000	0.0000	-1649.8175	
52	QP	Combination	450.636	109.981	0.000	0.0000	-1677.2458	
52	A1+M1	Combination	698.327	-187.055	0.000	0.0000	-2101.6586	
52	A1+M1	Combination	698.327	0.696	0.000	0.0000	-2055.2007	
52	A1+M1	Combination	698.327	186.082	0.000	0.0000	-2101.9605	
52	SLV+M1	Combination	1048.053	-493.918	0.000	0.0000	-3030.9547	
52	SLV+M1	Combination	1048.053	-383.746	0.000	0.0000	-2811.6950	
52	SLV+M1	Combination	1048.053	-273.575	0.000	0.0000	-2647.4817	
52	A2+M2	Combination	567.636	-153.100	0.000	0.0000	-1651.9916	
52	A2+M2	Combination	567.636	-4.338	0.000	0.0000	-1612.7457	
52	A2+M2	Combination	567.636	142.375	0.000	0.0000	-1647.3157	
52	SLV+M2	Combination	1048.053	-493.918	0.000	0.0000	-3030.9547	
52	SLV+M2	Combination	1048.053	-383.746	0.000	0.0000	-2811.6950	
52	SLV+M2	Combination	1048.053	-273.575	0.000	0.0000	-2647.4817	
52	ECC	Combination	580.636	-189.111	0.000	0.0000	-1870.8736	
52	ECC	Combination	580.636	-49.254	0.000	0.0000	-1811.3902	
52	ECC	Combination	580.636	89.025	0.000	0.0000	-1821.3915	
53	SLE	Combination	540.636	-112.332	0.000	0.0000	-1654.2227	
53	SLE	Combination	540.636	24.370	0.000	0.0000	-1632.3136	
53	SLE	Combination	540.636	159.495	0.000	0.0000	-1678.3129	
53	FR	Combination	518.136	-107.784	0.000	0.0000	-1659.9785	
53	FR	Combination	518.136	22.285	0.000	0.0000	-1638.6681	
53	FR	Combination	518.136	151.172	0.000	0.0000	-1682.0507	
53	QP	Combination	450.636	-94.142	0.000	0.0000	-1677.2458	
53	QP	Combination	450.636	16.030	0.000	0.0000	-1657.7318	
53	QP	Combination	450.636	126.201	0.000	0.0000	-1693.2642	
53	A1+M1	Combination	698.327	-144.667	0.000	0.0000	-2101.9605	

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 63 di 74
53	A1+M1	Combination	698.327	38.353	0.000	0.0000	-2075.4995	
53	A1+M1	Combination	698.327	219.006	0.000	0.0000	-2139.8919	
53	SLV+M1	Combination	1048.053	-455.836	0.000	0.0000	-2647.4817	
53	SLV+M1	Combination	1048.053	-345.665	0.000	0.0000	-2447.2494	
53	SLV+M1	Combination	1048.053	-235.493	0.000	0.0000	-2302.0636	
53	A2+M2	Combination	567.636	-117.789	0.000	0.0000	-1647.3157	
53	A2+M2	Combination	567.636	26.872	0.000	0.0000	-1624.6881	
53	A2+M2	Combination	567.636	169.484	0.000	0.0000	-1673.8275	
53	SLV+M2	Combination	1048.053	-455.836	0.000	0.0000	-2647.4817	
53	SLV+M2	Combination	1048.053	-345.665	0.000	0.0000	-2447.2494	
53	SLV+M2	Combination	1048.053	-235.493	0.000	0.0000	-2302.0636	
53	ECC	Combination	580.636	-154.898	0.000	0.0000	-1821.3915	
53	ECC	Combination	580.636	-18.196	0.000	0.0000	-1778.2145	
53	ECC	Combination	580.636	116.929	0.000	0.0000	-1802.9459	
54	SLE	Combination	540.636	-86.318	0.000	0.0000	-1678.3129	
54	SLE	Combination	540.636	47.230	0.000	0.0000	-1668.6137	
54	SLE	Combination	540.636	179.201	0.000	0.0000	-1725.2467	
54	FR	Combination	518.136	-84.861	0.000	0.0000	-1682.0507	
54	FR	Combination	518.136	42.843	0.000	0.0000	-1671.6028	
54	FR	Combination	518.136	169.363	0.000	0.0000	-1724.6658	
54	QP	Combination	450.636	-80.491	0.000	0.0000	-1693.2642	
54	QP	Combination	450.636	29.680	0.000	0.0000	-1680.5704	
54	QP	Combination	450.636	139.851	0.000	0.0000	-1722.9231	
54	A1+M1	Combination	698.327	-109.225	0.000	0.0000	-2139.8919	
54	A1+M1	Combination	698.327	69.063	0.000	0.0000	-2129.9571	
54	A1+M1	Combination	698.327	244.984	0.000	0.0000	-2208.5114	
54	SLV+M1	Combination	1048.053	-408.889	0.000	0.0000	-2302.0636	
54	SLV+M1	Combination	1048.053	-298.717	0.000	0.0000	-2125.2882	
54	SLV+M1	Combination	1048.053	-188.546	0.000	0.0000	-2003.5594	
54	A2+M2	Combination	567.636	-88.066	0.000	0.0000	-1673.8275	
54	A2+M2	Combination	567.636	52.495	0.000	0.0000	-1665.0266	
54	A2+M2	Combination	567.636	191.006	0.000	0.0000	-1725.9438	
54	SLV+M2	Combination	1048.053	-408.889	0.000	0.0000	-2302.0636	
54	SLV+M2	Combination	1048.053	-298.717	0.000	0.0000	-2125.2882	
54	SLV+M2	Combination	1048.053	-188.546	0.000	0.0000	-2003.5594	
54	ECC	Combination	580.636	-124.289	0.000	0.0000	-1802.9459	
54	ECC	Combination	580.636	9.259	0.000	0.0000	-1774.2745	
54	ECC	Combination	580.636	141.229	0.000	0.0000	-1811.9353	
55	SLE	Combination	540.636	-67.870	0.000	0.0000	-1725.2467	
55	SLE	Combination	540.636	62.523	0.000	0.0000	-1723.9768	
55	SLE	Combination	540.636	191.339	0.000	0.0000	-1787.4629	
55	FR	Combination	518.136	-68.933	0.000	0.0000	-1724.6658	
55	FR	Combination	518.136	56.405	0.000	0.0000	-1721.5854	
55	FR	Combination	518.136	180.560	0.000	0.0000	-1780.8338	
55	QP	Combination	450.636	-72.121	0.000	0.0000	-1722.9231	
55	QP	Combination	450.636	38.050	0.000	0.0000	-1714.4114	
55	QP	Combination	450.636	148.222	0.000	0.0000	-1760.9462	
55	A1+M1	Combination	698.327	-84.138	0.000	0.0000	-2208.5114	
55	A1+M1	Combination	698.327	89.418	0.000	0.0000	-2209.9289	
55	A1+M1	Combination	698.327	260.607	0.000	0.0000	-2297.4712	
55	SLV+M1	Combination	1048.053	-356.760	0.000	0.0000	-2003.5594	
55	SLV+M1	Combination	1048.053	-246.588	0.000	0.0000	-1852.8298	
55	SLV+M1	Combination	1048.053	-136.417	0.000	0.0000	-1757.1467	
55	A2+M2	Combination	567.636	-66.594	0.000	0.0000	-1725.9438	
55	A2+M2	Combination	567.636	69.865	0.000	0.0000	-1726.8464	
55	A2+M2	Combination	567.636	204.275	0.000	0.0000	-1795.4179	
55	SLV+M2	Combination	1048.053	-356.760	0.000	0.0000	-2003.5594	
55	SLV+M2	Combination	1048.053	-246.588	0.000	0.0000	-1852.8298	
55	SLV+M2	Combination	1048.053	-136.417	0.000	0.0000	-1757.1467	
55	ECC	Combination	580.636	-100.160	0.000	0.0000	-1811.9353	
55	ECC	Combination	580.636	30.233	0.000	0.0000	-1794.5316	
55	ECC	Combination	580.636	159.049	0.000	0.0000	-1841.8841	
56	SLE	Combination	540.636	-59.744	0.000	0.0000	-1787.4629	
56	SLE	Combination	540.636	67.495	0.000	0.0000	-1789.4648	
56	SLE	Combination	540.636	193.156	0.000	0.0000	-1854.6467	
56	FR	Combination	518.136	-62.756	0.000	0.0000	-1780.8338	
56	FR	Combination	518.136	60.216	0.000	0.0000	-1780.2485	
56	FR	Combination	518.136	182.005	0.000	0.0000	-1840.8099	
56	QP	Combination	450.636	-71.791	0.000	0.0000	-1760.9462	
56	QP	Combination	450.636	38.381	0.000	0.0000	-1752.5996	
56	QP	Combination	450.636	148.552	0.000	0.0000	-1799.2994	
56	A1+M1	Combination	698.327	-72.932	0.000	0.0000	-2297.4712	
56	A1+M1	Combination	698.327	95.891	0.000	0.0000	-2303.3054	
56	A1+M1	Combination	698.327	262.349	0.000	0.0000	-2392.9003	
56	SLV+M1	Combination	1048.053	-302.648	0.000	0.0000	-1757.1467	
56	SLV+M1	Combination	1048.053	-192.477	0.000	0.0000	-1633.4536	
56	SLV+M1	Combination	1048.053	-82.305	0.000	0.0000	-1564.8070	



QUADRILATERO
Merche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS VI4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 64 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

56	A2+M2	Combination	567.636	-56.130	0.000	0.0000	-1795.4179
56	A2+M2	Combination	567.636	76.229	0.000	0.0000	-1800.5244
56	A2+M2	Combination	567.636	206.537	0.000	0.0000	-1871.2508
56	SLV+M2	Combination	1048.053	-302.648	0.000	0.0000	-1757.1467
56	SLV+M2	Combination	1048.053	-192.477	0.000	0.0000	-1633.4536
56	SLV+M2	Combination	1048.053	-82.305	0.000	0.0000	-1564.8070
56	ECC	Combination	580.636	-85.405	0.000	0.0000	-1841.8841
56	ECC	Combination	580.636	41.833	0.000	0.0000	-1831.0645
56	ECC	Combination	580.636	167.495	0.000	0.0000	-1883.4249
57	SLE	Combination	540.636	-64.802	0.000	0.0000	-1854.6467
57	SLE	Combination	540.636	59.282	0.000	0.0000	-1853.3332
57	SLE	Combination	540.636	181.789	0.000	0.0000	-1913.6236
57	FR	Combination	518.136	-69.183	0.000	0.0000	-1840.8099
57	FR	Combination	518.136	51.423	0.000	0.0000	-1836.4222
57	FR	Combination	518.136	170.846	0.000	0.0000	-1891.9990
57	QP	Combination	450.636	-82.326	0.000	0.0000	-1799.2994
57	QP	Combination	450.636	27.846	0.000	0.0000	-1785.6891
57	QP	Combination	450.636	138.017	0.000	0.0000	-1827.1252
57	A1+M1	Combination	698.327	-79.284	0.000	0.0000	-2392.9003
57	A1+M1	Combination	698.327	84.808	0.000	0.0000	-2394.3789
57	A1+M1	Combination	698.327	246.534	0.000	0.0000	-2477.2539
57	SLV+M1	Combination	1048.053	-249.352	0.000	0.0000	-1564.8070
57	SLV+M1	Combination	1048.053	-139.180	0.000	0.0000	-1467.7431
57	SLV+M1	Combination	1048.053	-29.009	0.000	0.0000	-1425.7258
57	A2+M2	Combination	567.636	-59.545	0.000	0.0000	-1871.2508
57	A2+M2	Combination	567.636	68.713	0.000	0.0000	-1873.6264
57	A2+M2	Combination	567.636	194.920	0.000	0.0000	-1939.5731
57	SLV+M2	Combination	1048.053	-249.352	0.000	0.0000	-1564.8070
57	SLV+M2	Combination	1048.053	-139.180	0.000	0.0000	-1467.7431
57	SLV+M2	Combination	1048.053	-29.009	0.000	0.0000	-1425.7258
57	ECC	Combination	580.636	-82.972	0.000	0.0000	-1883.4249
57	ECC	Combination	580.636	41.112	0.000	0.0000	-1873.0331
57	ECC	Combination	580.636	163.619	0.000	0.0000	-1924.2450

Table: Frame Auto Mesh Assignments

Frame	AutoMesh	AtJoints	AtFrames	NumSegments	MaxLength m	MaxDegrees Degrees
4	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
5	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
6	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
7	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
8	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
13	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
47	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
48	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
49	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
50	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
51	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
52	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
53	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
54	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
55	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
56	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000
57	Yes	Yes	No	0	0.000000	0.000

Table: Frame Design Procedures

Frame	DesignProc
4	From Material
5	From Material
6	From Material
7	From Material
8	From Material
13	From Material
47	From Material
48	From Material
49	From Material
50	From Material
51	From Material
52	From Material
53	From Material



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N,prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 65 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	---------------	-----------	--------------------------

54 From Material
55 From Material
56 From Material
57 From Material

Table: Frame Loads - Distributed, Part 1 of 3

RelDistA	Frame	LoadPat	CoordSys	Type	Dir	DistType
0.0000	5	RILEVATO	GLOBAL	Force	X	RelDist
0.0000	5	SPINTA_TER_SIS	GLOBAL	Force	X	RelDist
0.0000	5	SPINTA_ACC	GLOBAL	Force	X	RelDist
0.0000	7	RILEVATO	GLOBAL	Force	X	RelDist
0.0000	7	SPINTA_ACC	GLOBAL	Force	X	RelDist
0.0000	47	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	47	ACC	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	48	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	48	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
15	48	ACC	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	49	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	49	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
16	49	ACC	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	50	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	50	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
15	50	ACC	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	51	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	51	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
16	51	ACC	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	52	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	52	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
15	52	ACC	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	53	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	53	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
15	53	ACC	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	54	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	54	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
15	54	ACC	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	55	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	55	ACC	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	56	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	56	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
15	56	ACC	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N,prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 66 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	---------------	-----------	--------------------------

0.0000	56	ACC	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
0.0000	57	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist
15	57	RILEVATO	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist 3.664E-
0.0000	57	ACC	GLOBAL	Force	Gravity	RelDist

Table: Frame Loads - Distributed, Part 2 of 3

Frame	LoadPat	RelDistB	AbsDistA m	AbsDistB m	FOverLA KN/m	FOverLB KN/m
5	RILEVATO	1.0000	0.00000	9.40000	-95.88	0.00
5	SPINTA_TER_SIS	1.0000	0.00000	9.40000	-53.58	-53.58
5	SPINTA_ACC	0.6383	0.00000	6.00000	-15.00	-15.00
7	RILEVATO	1.0000	0.00000	9.40000	95.88	0.00
7	SPINTA_ACC	0.6383	0.00000	6.00000	4.94	4.94
47	RILEVATO	1.0000	0.00000	0.99929	188.00	188.00
47	ACC	1.0000	0.00000	0.99929	92.56	86.25
48	RILEVATO	4.580E-16	0.00000	4.576E-16	188.00	188.00
48	RILEVATO	1.0000	1.220E-15	0.99929	188.00	188.00
48	ACC	1.0000	0.00000	0.99929	86.25	79.93
49	RILEVATO	3.053E-16	0.00000	3.051E-16	188.00	188.00
49	RILEVATO	1.0000	3.051E-16	0.99929	188.00	188.00
49	ACC	1.0000	0.00000	0.99929	79.93	73.62
50	RILEVATO	6.106E-16	0.00000	6.102E-16	188.00	188.00
50	RILEVATO	1.0000	1.831E-15	0.99929	188.00	188.00
50	ACC	1.0000	0.00000	0.99929	73.62	67.31
51	RILEVATO	6.106E-16	0.00000	6.102E-16	188.00	188.00
51	RILEVATO	1.0000	6.102E-16	0.99929	188.00	188.00
51	ACC	1.0000	0.00000	0.99929	67.31	60.99
52	RILEVATO	6.106E-16	0.00000	6.102E-16	188.00	188.00
52	RILEVATO	1.0000	1.220E-15	0.99929	188.00	188.00
52	ACC	1.0000	0.00000	0.99929	60.99	54.68
53	RILEVATO	1.221E-15	0.00000	1.220E-15	188.00	188.00
53	RILEVATO	1.0000	3.661E-15	0.99929	188.00	188.00
53	ACC	1.0000	0.00000	0.99929	54.68	48.36
54	RILEVATO	1.221E-15	0.00000	1.220E-15	188.00	188.00
54	RILEVATO	1.0000	2.441E-15	0.99929	188.00	188.00
54	ACC	1.0000	0.00000	0.99929	48.36	42.05
55	RILEVATO	1.0000	0.00000	0.99929	188.00	188.00
55	ACC	1.0000	0.00000	0.99929	42.05	35.74
56	RILEVATO	1.221E-15	0.00000	1.220E-15	188.00	188.00
56	RILEVATO	1.0000	3.661E-15	0.99929	188.00	188.00
56	ACC	1.0000	0.00000	0.99929	35.74	29.42
57	RILEVATO	1.221E-15	0.00000	1.220E-15	188.00	188.00
57	RILEVATO	1.0000	3.661E-15	0.99929	188.00	188.00
57	ACC	1.0000	0.00000	0.99929	29.42	23.11

Table: Frame Loads - Distributed, Part 3 of 3

Frame	LoadPat	GUID
5	RILEVATO	
5	SPINTA_TER_SIS	
5	SPINTA_ACC	
7	RILEVATO	
7	SPINTA_ACC	
47	RILEVATO	
47	ACC	
48	RILEVATO	
48	RILEVATO	
48	ACC	
49	RILEVATO	
49	RILEVATO	
49	ACC	
50	RILEVATO	
50	RILEVATO	
50	ACC	
51	RILEVATO	
51	RILEVATO	
51	ACC	



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	13	V4400	REL	03	C	67 di 74

52 RILEVATO
 52 RILEVATO
 52 ACC
 53 RILEVATO
 53 RILEVATO
 53 ACC
 54 RILEVATO
 54 RILEVATO
 54 ACC
 55 RILEVATO
 55 ACC
 56 RILEVATO
 56 RILEVATO
 56 ACC
 57 RILEVATO
 57 RILEVATO
 57 ACC

Table: Frame Loads - Gravity

Frame	LoadPat	CoordSys	MultiplierX	MultiplierY	MultiplierZ
5	INERZIA_MURO	GLOBAL	-0.285000	0.000000	0.000000
7	INERZIA_MURO	GLOBAL	-0.285000	0.000000	0.000000

Table: Frame Offset Along Length Assignments

Frame	Type	LengthI m	LengthJ m	RigidFactor
4	User	0.648000	0.000000	0.000000
5	User	0.000000	0.000000	0.000000
6	User	0.648000	0.000000	0.000000
7	User	0.000000	0.000000	0.000000
8	User	1.000000	0.000000	0.000000
13	User	1.000000	0.000000	0.000000
47	User	0.000000	0.000000	0.000000
48	User	0.000000	0.000000	0.000000
49	User	0.000000	0.000000	0.000000
50	User	0.000000	0.000000	0.000000
51	User	0.000000	0.000000	0.000000
52	User	0.000000	0.000000	0.000000
53	User	0.000000	0.000000	0.000000
54	User	0.000000	0.000000	0.000000
55	User	0.000000	0.000000	0.000000
56	User	0.000000	0.000000	0.000000
57	User	0.000000	0.000000	0.000000

Table: Frame Output Station Assignments

Frame	StationType	MinNumSta	MaxStaSpccg	AddAtElmInt m	AddAtPtLoad
4	MinNumSta	9		Yes	Yes
5	MinNumSta	9		Yes	Yes
6	MinNumSta	9		Yes	Yes
7	MinNumSta	9		Yes	Yes
8	MaxStaSpccg		0.50000	Yes	Yes
13	MaxStaSpccg		0.50000	Yes	Yes
47	MaxStaSpccg		0.50000	Yes	Yes
48	MaxStaSpccg		0.50000	Yes	Yes
49	MaxStaSpccg		0.50000	Yes	Yes
50	MaxStaSpccg		0.50000	Yes	Yes
51	MaxStaSpccg		0.50000	Yes	Yes
52	MaxStaSpccg		0.50000	Yes	Yes
53	MaxStaSpccg		0.50000	Yes	Yes
54	MaxStaSpccg		0.50000	Yes	Yes
55	MaxStaSpccg		0.50000	Yes	Yes
56	MaxStaSpccg		0.50000	Yes	Yes
57	MaxStaSpccg		0.50000	Yes	Yes

Table: Frame Section Assignments, Part 1 of 2



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 68 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

MatProp	Frame	SectionType	AutoSelect	AnalSect	DesignSect
Default	4	Nonprismatic	N.A.	PIED	PIED
Default	5	Nonprismatic	N.A.	PIED	PIED
Default	6	Nonprismatic	N.A.	PIED	PIED
Default	7	Nonprismatic	N.A.	PIED	PIED
Default	8	Rectangular	N.A.	FOND	FOND
Default	13	Rectangular	N.A.	FOND	FOND
Default	47	Rectangular	N.A.	FOND	FOND
Default	48	Rectangular	N.A.	FOND	FOND
Default	49	Rectangular	N.A.	FOND	FOND
Default	50	Rectangular	N.A.	FOND	FOND
Default	51	Rectangular	N.A.	FOND	FOND
Default	52	Rectangular	N.A.	FOND	FOND
Default	53	Rectangular	N.A.	FOND	FOND
Default	54	Rectangular	N.A.	FOND	FOND
Default	55	Rectangular	N.A.	FOND	FOND
Default	56	Rectangular	N.A.	FOND	FOND
Default	57	Rectangular	N.A.	FOND	FOND

Table: Frame Section Assignments, Part 2 of 2

Frame	NPSectType	NPSectLen m	NPSectRD
4	Default		
5	Default		
6	Default		
7	Default		
8			
13			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 1 of 6

tw	SectionName	Material	Shape	t3 m	t2 m	t1 m
	BASE_PIED	RCK30	Rectangular	1.400000	1.000000	
	FOND	RCK40	Rectangular	1.300000	1.000000	
0.006350	FSEC1	A992Fy50	I/Wide Flange	0.304800	0.127000	0.009652
	PIED		Nonprismatic			



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N,prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 69 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	---------------	-----------	--------------------------

TESTA_PIED RCK30 Rectangular 0.500000 1.000000

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 2 of 6

SectionName	t2b	tfb	Area	TorsConst	I33	I22
AS2	m	m	m2	m4	m4	m4
BASE_PIED			1.400000	0.261222	0.228667	0.116667
1.166667						
FOND			1.300000	0.229461	0.183083	0.108333
1.083333						
FSEC1	0.127000	0.009652	0.004265	9.651E-08	0.000066	3.301E-06
0.001935						
PIED						
TESTA_PIED			0.500000	0.028610	0.010417	0.041667
0.416667						

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 3 of 6

SectionName	AS3	S33	S22	Z33	Z22	R33
R22	m2	m3	m3	m3	m3	m
BASE_PIED	1.166667	0.326667	0.233333	0.490000	0.350000	0.404145
0.288675						
FOND	1.083333	0.281667	0.216667	0.422500	0.325000	0.375278
0.288675						
FSEC1	0.002043	0.000431	0.000052	0.000491	0.000081	0.124145
0.027823						
PIED						
TESTA_PIED	0.416667	0.041667	0.083333	0.062500	0.125000	0.144338
0.288675						

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 4 of 6

SectionName	ConcCol	ConcBeam	Color	TotalWt	TotalMass	FromFile
AMod				KN	KN-s2/m	
BASE_PIED	Yes	No	Red	0.000	0.00	No
1.000000						
FOND	Yes	No	Gray8Dark	429.000	43.75	No
1.000000						
FSEC1	No	No	Gray8Dark	0.000	0.00	No
1.000000						
PIED			Magenta			
TESTA_PIED	Yes	No	Green	0.000	0.00	No
1.000000						

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 5 of 6

SectionName	A2Mod	A3Mod	JMod	I2Mod	I3Mod	MMod
WMod						
BASE_PIED	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
1.000000						
FOND	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
1.000000						
FSEC1	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
1.000000						
PIED						
TESTA_PIED	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
1.000000						

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 6 of 6

SectionName	GUID	Notes
-------------	------	-------



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	13	V4400		03	C	70 di 74

BASE_PIED	Added 25/03/2020 09:56:36
FOND	Added 25/03/2020 09:54:54
FSEC1	Added 25/03/2020 09:44:39
PIED	Added 25/03/2020 09:57:07
TESTA_PIED	Added 25/03/2020 09:56:10

Table: Frame Section Properties 02 - Concrete Column, Part 1 of 2

SectionName	RebarMatL	RebarMatC	ReinfConfig	LatReinf	Cover	NumBars3Dir	NumBars2Dir
BarSizeL	m						
BASE_PIED	A615Gr60	A615Gr60	Rectangular	Ties	0.040000	3	3
#9							
FOND	A615Gr60	A615Gr60	Rectangular	Ties	0.040000	3	3
#9							
TESTA_PIED	A615Gr60	A615Gr60	Rectangular	Ties	0.040000	3	3
#9							

Table: Frame Section Properties 02 - Concrete Column, Part 2 of 2

SectionName	BarSizeC	SpacingC	NumCBars2	NumCBars3	ReinfType
m					
BASE_PIED	#4	0.150000	3	3	Design
FOND	#4	0.150000	3	3	Design
TESTA_PIED	#4	0.150000	3	3	Design

Table: Frame Section Properties 05 - Nonprismatic, Part 1 of 2

SectionName	NumSegments	SegmentNum	StartSect	EndSect	LengthType
AbsLength	m				
PIED	1	1	BASE_PIED	BASE_PIED	Absolute
9.40000					

Table: Frame Section Properties 05 - Nonprismatic, Part 2 of 2

SectionName	VarLength	EI33Var	EI22Var
PIED		Linear	Linear

Table: Joint Coordinates, Part 1 of 2

Joint	CoordSys	CoordType	XorR	Y	Z	SpecialJt		
GlobalX	m							
6.60000	1	GLOBAL	Cartesian	-6.60000	0.00000	0.00000	No	-
6.60000	2	GLOBAL	Cartesian	6.60000	0.00000	0.00000	No	-
6.60000	3	GLOBAL	Cartesian	-6.60000	0.00000	10.05000	No	-
6.60000	4	GLOBAL	Cartesian	6.60000	0.00000	10.05000	No	-
6.60000	5	GLOBAL	Cartesian	-6.60000	0.00000	0.65000	No	-
6.60000	6	GLOBAL	Cartesian	6.60000	0.00000	0.65000	No	-
5.54216	7	GLOBAL	Cartesian	-5.54216	0.00000	0.00000	No	-
5.45000	9	GLOBAL	Cartesian	5.45000	0.00000	0.00000	No	-
4.54287	40	GLOBAL	Cartesian	-4.54287	0.00000	0.00000	No	-



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N,prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 71 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	---------------	-----------	--------------------------

3.54359	41	GLOBAL	Cartesian	-3.54359	0.00000	0.00000	No	-
2.54430	42	GLOBAL	Cartesian	-2.54430	0.00000	0.00000	No	-
1.54501	43	GLOBAL	Cartesian	-1.54501	0.00000	0.00000	No	-
0.54572	44	GLOBAL	Cartesian	-0.54572	0.00000	0.00000	No	-
0.45356	45	GLOBAL	Cartesian	0.45356	0.00000	0.00000	No	-
1.45285	46	GLOBAL	Cartesian	1.45285	0.00000	0.00000	No	-
2.45214	47	GLOBAL	Cartesian	2.45214	0.00000	0.00000	No	-
3.45143	48	GLOBAL	Cartesian	3.45143	0.00000	0.00000	No	-
4.45071	49	GLOBAL	Cartesian	4.45071	0.00000	0.00000	No	-

Table: Joint Coordinates, Part 2 of 2

Joint	GlobalY m	GlobalZ m	GUID
1	0.00000	0.00000	
2	0.00000	0.00000	
3	0.00000	10.05000	
4	0.00000	10.05000	
5	0.00000	0.65000	
6	0.00000	0.65000	
7	0.00000	0.00000	
9	0.00000	0.00000	
40	0.00000	0.00000	
41	0.00000	0.00000	
42	0.00000	0.00000	
43	0.00000	0.00000	
44	0.00000	0.00000	
45	0.00000	0.00000	
46	0.00000	0.00000	
47	0.00000	0.00000	
48	0.00000	0.00000	
49	0.00000	0.00000	

Table: Joint Loads - Force, Part 1 of 2

Joint	LoadPat	CoordSys	F1	F2	F3	M1		
KN-m			KN	KN	KN	KN-m		
40.0000	3	URTO	GLOBAL	-40.000	0.000	0.000	0.0000	-

Table: Joint Loads - Force, Part 2 of 2

Joint	LoadPat	M3 KN-m	GUID
3	URTO	0.0000	

Table: Joint Spring Assignments 1 - Uncoupled

Joint	CoordSys	U1	U2	U3	R1	R2	
m/rad		KN/m	KN/m	KN/m	KN-m/rad	KN-m/rad	KN-m/rad
0.0000	1	GLOBAL	0.00	0.00	9750.00	0.0000	0.0000
0.0000	2	GLOBAL	1000.00	0.00	10000.00	0.0000	0.0000
0.0000	7	GLOBAL	0.00	0.00	10750.00	0.0000	0.0000



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 13	WBS V4400	Id. doc. REL	N,prog. 03	Rev. C	Pag. di Pag. 72 di 74
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	--------------------	---------------	-----------	--------------------------

0.0000	9	GLOBAL	0.00	0.00	10750.00	0.0000	0.0000
0.0000	40	GLOBAL	0.00	0.00	10000.00	0.0000	0.0000
0.0000	41	GLOBAL	0.00	0.00	10000.00	0.0000	0.0000
0.0000	42	GLOBAL	0.00	0.00	10000.00	0.0000	0.0000
0.0000	43	GLOBAL	0.00	0.00	10000.00	0.0000	0.0000
0.0000	44	GLOBAL	0.00	0.00	10000.00	0.0000	0.0000
0.0000	45	GLOBAL	0.00	0.00	10000.00	0.0000	0.0000
0.0000	46	GLOBAL	0.00	0.00	10000.00	0.0000	0.0000
0.0000	47	GLOBAL	0.00	0.00	10000.00	0.0000	0.0000
0.0000	48	GLOBAL	0.00	0.00	10000.00	0.0000	0.0000
0.0000	49	GLOBAL	0.00	0.00	10000.00	0.0000	0.0000

Table: Load Case Definitions, Part 1 of 2

Case AutoType	Type	InitialCond	ModalCase	BaseCase	DesTypeOpt	DesignType
None	DEAD	LinStatic	Zero		Prog Det	DEAD
None	MODAL	LinModal	Zero		Prog Det	OTHER
None	RILEVATO	LinStatic	Zero		Prog Det	DEAD
None	SPINTA_RIL	LinStatic	Zero		Prog Det	DEAD
None	SPINTA_ACC	LinStatic	Zero		Prog Det	DEAD
None	ACC	LinStatic	Zero		Prog Det	DEAD
None	SPINTA_TER_SIS	LinStatic	Zero		Prog Det	DEAD
None	INERZIA_MURO	LinStatic	Zero		Prog Det	DEAD
None	URTO	LinStatic	Zero		Prog Det	DEAD

Table: Load Case Definitions, Part 2 of 2

Case	RunCase	CaseStatus	GUID	Notes
DEAD	Yes	Finished		
MODAL	No	Could Not Start		
RILEVATO	Yes	Finished		
SPINTA_RIL	Yes	Finished		
SPINTA_ACC	Yes	Finished		
ACC	Yes	Finished		
SPINTA_TER_SIS	Yes	Finished		
INERZIA_MURO	Yes	Finished		
URTO	Yes	Finished		

Table: Load Pattern Definitions

Notes	LoadPat	DesignType	SelfWtMult	AutoLoad	GUID
	DEAD	DEAD	1.000000		
	RILEVATO	DEAD	0.000000		
	SPINTA_RIL	DEAD	0.000000		
	SPINTA_ACC	DEAD	0.000000		
	ACC	DEAD	0.000000		



QUADRILATERO
Merche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTIE PONTI

Ponte Fratte

Relazione di calcolo muri

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	13	V4400	REL	03	C	74 di 74

0.000000

57

0.000000

0.000000

0.000000

0.000000

0.000000

0.000000