

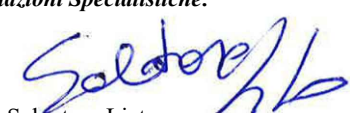


ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2

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 PROGINS.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>	 SGAI s.r.l. di E. Forlani & C. Studio di Ingegneria e Geologia Applicata <small>Via Martelli, 20 - 47033 Mercatino di Romagna (RN) - ITALY P.IVA 01894420403 - tel/fax +39 0541988277 - e-mail: sgai@sgai.com pec: sgai@sgai.pec.com</small> www.sgai.com
--	--	---

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'A.T.I. Prof. Ing. Antonio Grimaldi GEOLOGO Dott. Geol. Fabrizio Pontoni COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Michele Curiale	 Dott. Ing. ANTONIO GRIMALDI ORDINE INGEGNERI ROMA N. 20860	 Ordine dei GEOLOGI DELLE MARCHE Fabrizio PONTONI Geologo Specialista N. 176 ALBO SEZIONE A	 Ordine degli INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CASERTA Dott. Ing. MICHELE CURIALE N. 1679 "Sez. A" Settori: Civile Ambientale, Industriale, Dell'Informazione
--	--	---	--

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Iginio Farotti	IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE Ing. Vincenzo Pardo	IL DIRETTORE DEI LAVORI Ing. Peppino Marascio
---	--	--

2.1.2 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

OPERE D'ARTE MINORI

Opere di mitigazione acustica - opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

SCALA:

DATA:

Giugno 2020

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

Codice elaborato:

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

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
C	Febbraio 2020	Variatione ubicazione barriera	M. Vari	A. Tosiani	S. Lieto	A. Grimaldi
D	Giugno 2020	Istruttoria QMU prot. D2 1333	M. Vari	A. Tosiani	S. Lieto	A. Grimaldi

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 1 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	------------------------

I N D I C E

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	3
3. INQUADRAMENTO GEOTECNICO	5
4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	6
5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
6. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
7. ANALISI E VERIFICHE STRUTTURALI	13
7.1 METODOLOGIA ED IPOTESI DI CALCOLO	13
7.2 ANALISI DEI CARICHI	13
7.2.1 Peso proprio struttura	13
7.2.2 Azione del Vento	13
7.3 COMBINAZIONI DI CARICO	14
7.4 RISULTATI DELL'ANALISI	14
7.5 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.	15
7.5.1 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio	16
7.5.2 Verifiche agli Stati Limite di Ultimi	17
7.6 VERIFICA DEI TIRAFONDI	20
8. VERIFICA DI PORTANZA DEI MICROPALI	22
8.1 METODOLOGIA	22
8.2 STATO LIMITE DI ESERCIZIO	23
8.3 STATO LIMITE ULTIMO	24

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

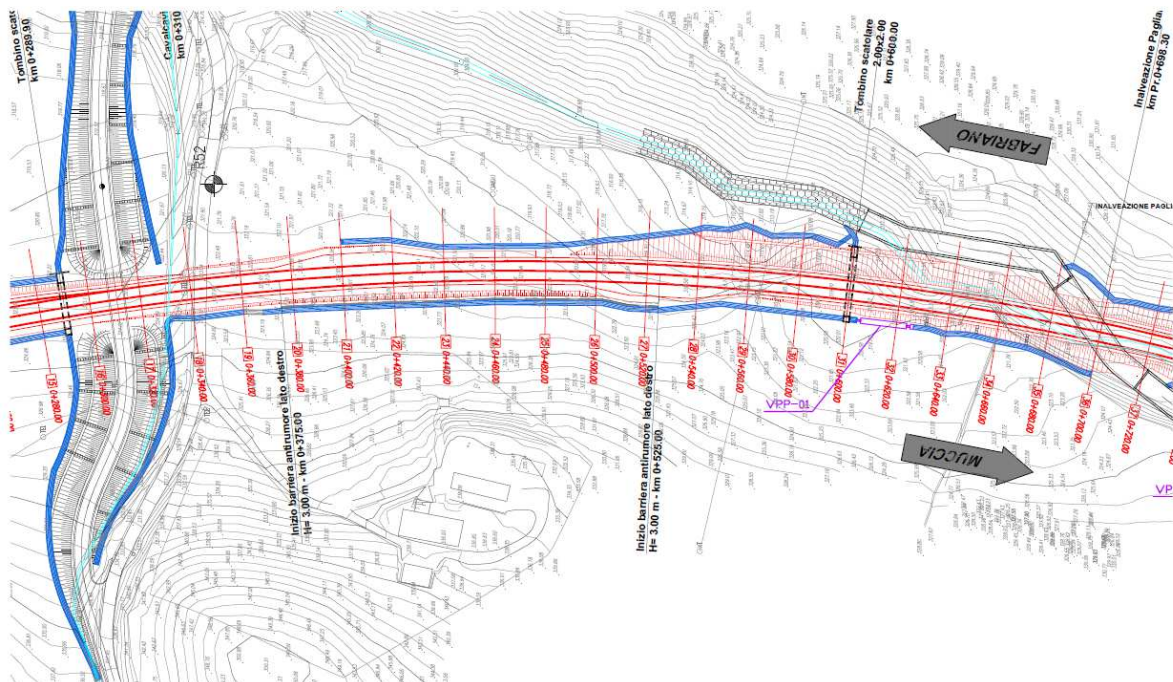
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 2 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------

1. PREMESSA

Nell'ambito dei lavori di completamento della direttrice Perugia – Ancona "Pedemontana delle Marche": Sub Lotto 2.2 Tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord, è prevista la realizzazione di barriere di mitigazione acustica in un tratto ove lo studio dell'impatto di impatto acustico dell'opera sul territorio, ha richiesto l'inserimento di recettori del rumore.

Il tratto interessato dall'inserimento delle barriere di mitigazione acustica è in particolare quello a margine dx dell'asse principale compreso tra le pk di progetto 0+375 e 0+525, di cui nel seguito è riportato lo stralcio della planimetria di progetto:



Stralcio Planimetria di Progetto da pk 0+375 – 0+525

Oggetto della trattazione espota nel presente documento è in particolare, il dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere di fondazione previste per l'installazione delle barriere nel tratto, ove il corpo stradale si sviluppa in rilevato.

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

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 3 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	------------------------

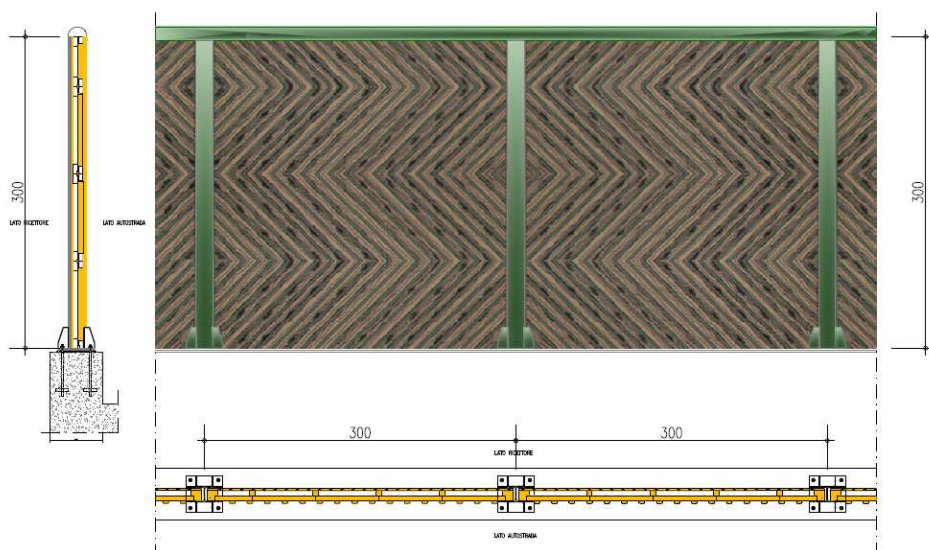
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Come anticipato in premessa, nel tratto compreso tra le pk 0+375 e 0+525 è prevista l'istallazione di barriere antirumore, caratterizzate da un'altezza complessiva H=3m, secondo quanto riepilogato nella tabella seguente:

Tratti con Barriere A.R.	PROGRESSIVA		L	H _{tot}	SEZIONE
	DA	A	[m]	[m]	STRADALE
1	0+375	0+525	150	3.00	trincea

Di seguito si riporta una prospettiva ed una sezione tipici dell'intervento di mitigazione acustica:

DETTAGLI BARRIERA H=3.00 m
PIANTA PROSPETTO E SEZIONE
Scala: 1:20



Prospetto e Sezione Tipo Barriere A.R.

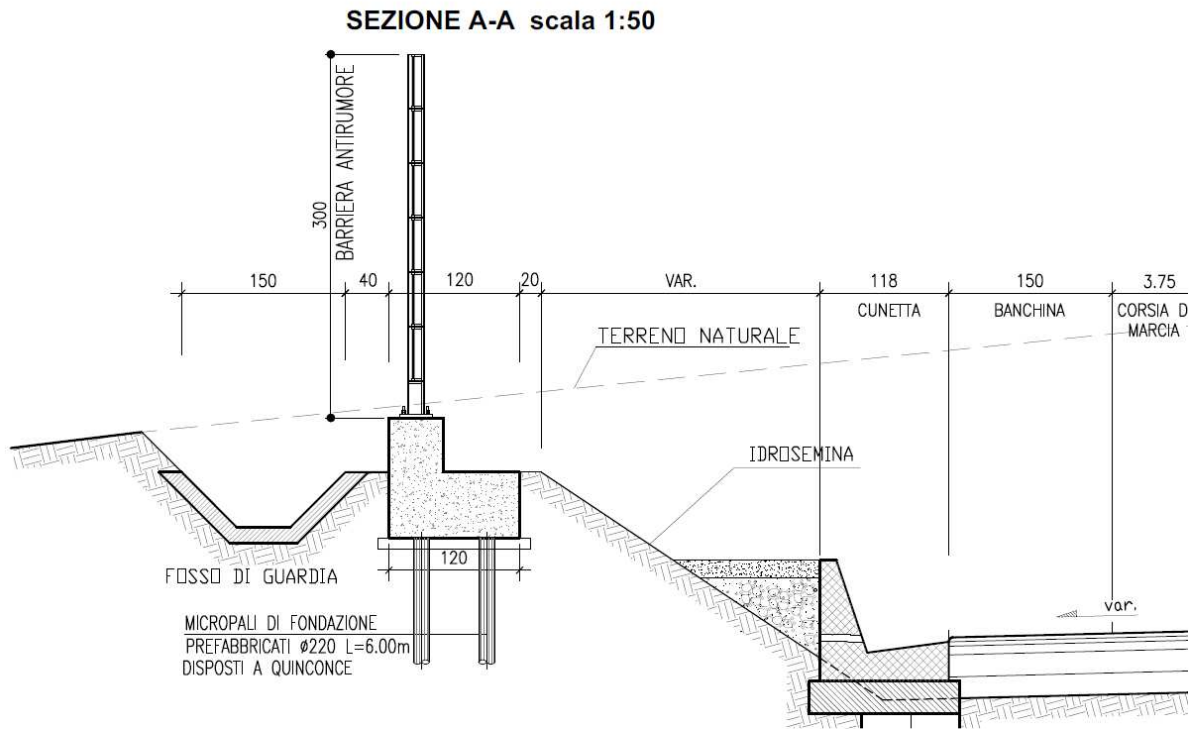
Per l'ancoraggio dei montanti delle barriere, realizzati con da profili tipo HE160, è prevista la realizzazione di un cordolo ad L continuo in c.a ancorato su micropali $\phi 220$ disposti su due file a quinconce distanti, in direzione trasversale, di 60cm. L'interasse dei micropali, misurato in direzione longitudinale è pari a 1,5m. L'armatura dei micropali è costituita da un tubo $\phi=139,7$ mm di spessore 6mm di lunghezza pari a circa 6,00m.

Nella figura seguente, è riportata per maggiore chiarezza, una sezione tipo della fondazione adottata:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 4 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	------------------------



Sezione Tipo Barrere A.R.

Per ulteriori approfondimenti a riguardo, si rimanda a quanto riportato negli elaborati grafici specifici.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 5 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	------------------------

3. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno interagente con le fondazioni delle opere oggetto di dimensionamento nel presente documento, si è fatto riferimento a quanto dettagliatamente indicato nella Relazione Geotecnica e nel Profilo Geotecnico Generale di Progetto.

Tenendo conto dell'andamento altimetrico della livelletta di progetto dell'Asse Principale nel tratto interessato dalla realizzazione delle barriere, risulta evidente, le formazioni superficiali che si rinvengono nel tratto interessato sono costituite da un'alternanza delle unità geotecniche **Ecla, Ala** e **As**, di cui nel seguito si riepilogano i parametri fisico-meccanici desunti dalla Relazione Geotecnica Generale:

Unità Ecla - Depositi eluvio colluviali limoso argillosi

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

Unità Ala - Depositi alluvionali limoso argillosi

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

Unità As -- Depositi alluvionali sabbiosi

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 34 \div 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_o = 200 \div 350 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Riguardo il livello di **falda locale**, dal profilo Geotecnico risulta che la falda è generalmente superficiale, e contenuto nell'ordine di alcuni metri (1.0-3m) circa dal piano campagna.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 6 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	------------------------

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

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

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

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

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

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

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

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

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

- Vita nominale V_N = 50 anni;
- Classe d'uso = III;
- Coefficiente d'uso C_U = 1.5;

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 7 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	------------------------

- Periodo di riferimento V_R = 75 anni;
- $T_{R,SLV}$ = 712 anni;
- Comune = Matelica/Fabriano;

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

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

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità di Progetto

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

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

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 8 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	------------------------

5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

- **D.M. 14/01/2008.**
Norme tecniche per le costruzioni.
- **Circolare del 02/02/2009.**
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/01/2008.

6. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione delle sottostrutture sono stati previsti i seguenti materiali.

Calcestruzzi:

Calcestruzzo per magrone di fondazione: **C 12/ 15**

Calcestruzzo armato per fondazione **C 25/ 30**

Acciaio da carpenteria

Acciaio per profili commerciali non saldati: **S275JR (ex Fe 430 C)**

Acciaio per armature

Barre ad aderenza migliorata **B450 C** controllato in stabilimento

Per la realizzazione dei calcestruzzi, al fine di assicurare i requisiti di qualità e di durabilità, si è fatto riferimento alle specifiche riportate nella norma UNI EN 206-1. pertanto sulla base delle condizioni ambientali prevedibili per le opere in oggetto si riporta nella tabella seguente, in corrispondenza di ogni elemento strutturale, la classe di esposizione, la resistenza caratteristica R_{ck} , il rapporto a/c massimo, il quantitativo di cemento minimo, e l'eventuale percentuale di aria che deve essere inglobata nel calcestruzzo.

Sono previsti inoltre copriferri pari a:

35 mm per le elevazioni, 40 mm per le fondazioni e superfici controterra in genere.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 9 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	------------------------

CLASSI DEI CALCESTRUZZI						
Elemento	Classi di esposizione	Classi di resistenza [f _{ck} /R _{ck}]	a/c	Tipi di cementi	Quantitativo di cemento [kg/m ³]	Classi di consistenza
Magrone	X0	C12/15	-	CEM III-IV	-	-
Fondazione ed elevazione	XC2	C25/30	0.50	CEM III-IV	300	S4

Per la valutazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali, si è fatto riferimento a quanto indicato al prg. 4.1.2.1 e 11.2.10 del DM 14.01.08, per cui risulta:

CALCESTRUZZO C25/30

Classe di Resistenza

25/30

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

R_{ck}= 30 MPa

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

f_{ck}= 24.9 MPa (0,83*R_{ck})

Resistenza a compressione cilindrica media:

f_{cm}= 32.9 MPa (f_{ck}+8)

Resistenza a trazione assiale:

f_{ctm}= 2.56 MPa Valore medio

f_{ctk,0.05}= 1.79 MPa Valore caratteristico frattile 5%

Resistenza a trazione per flessione:

f_{ctm}= 3.1 MPa Valore medio

f_{ctk,0.05}= 2.1 MPa Valore caratteristico frattile 5%

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

γ_c= 1.5

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1.0

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

f_{cd}= 14.1 MPa (0,85*f_{ck}/γ_s)

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 10 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

$$f_{ctd} = 1.19 \text{ MPa} \quad (f_{ctk\ 0,05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{ctd\ r} = 1.43 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

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

Modulo di elasticità secante:

$$E_{cm} = 31447 \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = 0,2$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

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

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1.00$$

$$f_{bd} = 2.69 \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

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

Tensioni massime per la verifica agli SLE

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

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

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%

ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA PER C.A.

Classe di Resistenza

B450C

Tensione caratteristica di rottura:

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

Tensione caratteristica allo snervamento:

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

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

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

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 11 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

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

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

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

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

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

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

Resistenza di calcolo allo SLU:

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

Modulo di elasticità :

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

Tensione massima per la verifica agli SLE

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

ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA.

Classe Acciaio

$$S \quad \boxed{355}$$

Modulo di elasticità

$$E_f = \boxed{210000} \text{ N/mm}^2$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = \boxed{0.3}$$

Coefficiente di dilatazione lineare

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

Modulo di elasticità trasversale

$$G = \boxed{80769} \text{ N/mm}^2$$

Densità

$$\gamma = \boxed{7850} \text{ Kg/m}^3 = \boxed{76.98} \text{ KN/m}^3$$

Spessore massimo elementi

$$\boxed{<40} \text{ mm}$$

Tensione caratteristica allo snervamento:

$$f_{yk} = \boxed{355} \text{ N/mm}^2$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 12 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = \boxed{510} \text{ N/mm}^2$$

Coefficienti parziali per le verifiche agli SLU:

$[\gamma_{m0}]$ Resistenza sezioni cl 1-4	$[\gamma_{m1}]$ Instabilità membrature	$[\gamma_{m1}]$ Instabilità membrature ponti ferr. e strad.	$[\gamma_{m2}]$ Resistenza sezioni forate
1.05	1.05	1.10	1.25

Resistenze di calcolo:

$Rd_0(\text{N/mm}^2)$	$Rd_{1-a}(\text{N/mm}^2)$	$Rd_{1-b}(\text{N/mm}^2)$	$Rd_2(\text{N/mm}^2)$
338.1	338.1	322.7	284.0

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 13 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

7. ANALISI E VERIFICHE STRUTTURALI

Nel presente paragrafo si riportano le analisi e le verifiche strutturali del montante della barriera antirumore, del plinto di fondazione e dei tubi di armatura dei micropali. Per quanto riguarda invece le verifiche di portanza di quest'ultimi, si rimanda al paragrafo 8.

Si osserva che il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche a taglio, vengono effettuate mediante l'utilizzo di un foglio elettronico, invece per quanto riguarda le verifiche flessionali e fessurative, si utilizza il programma PresFle+ distribuito dalla Concrete.

7.1 METODOLOGIA ED IPOTESI DI CALCOLO

L'analisi strutturale e le verifiche di resistenza, vengono sviluppate applicando il metodo sugli stati limite, secondo quanto prescritto dalle normative vigenti (vedi Paragrafo 2). In particolare, si applica:

Stato Limite di Esercizio (SLE)

Le verifiche consistono in:

- *Verifiche di Resistenza:* si deve verificare che lo stato tensionale, nel calcestruzzo e nell'acciaio, in ogni sezione soddisfi i limiti indicati al paragrafo 3.
- *Verifiche a Fessurazione:* considerando un ambiente ordinario, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari a:
 $w_1 = 0,2 \text{ mm}$

Stato Limite Ultimo (SLU)

Le verifiche consistono in :

- *Verifiche di Resistenza:* bisogna verificare che le sollecitazioni di calcolo siano inferiori a quelle resistenti calcolate sulla base delle caratteristiche dei materiali indicate nel paragrafo 3;

7.2 ANALISI DEI CARICHI

7.2.1 Peso proprio struttura

Si assume un peso delle barriere pari a 2 kN/m^2 , mentre il calcolo del peso dei plinti tiene conto di un peso specifico pari a $\gamma_{\text{cls}} = 25 \text{ kN/m}^3$. In particolare, si ha:

Barriera in Trincea

$$P_{\text{bar}} = 7,50 \text{ kN/m};$$
$$P_{\text{plinto}} = 24,25 \text{ kN/m}.$$

7.2.2 Azione del Vento

Tale azione, esercita una pressione, ortogonale al paramento verticale, costante lungo tutta l'altezza. Considerando quanto indicato dalla normativa di riferimento (DM 14-09-2005), per le caratteristiche delle zone attraversate la pressione da utilizzare è pari a circa $1,5 \text{ kN/m}^2$.

7.3 COMBINAZIONI DI CARICO

L'unica combinazione di carico, valida per entrambi gli stati limite, è data dalla seguente espressione:

$$\gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q$$

Dove si è indicato con:

- γ_G Il coefficiente moltiplicativo dei carichi fissi pari a 1 per gli SLE e 1,3 gli SLU;
- G la sommatoria dei carichi fissi (peso proprio);
- γ_Q Il coefficiente moltiplicativo dei carichi accidentali;
- Q la sommatoria dei carichi accidentali (vento) pari a 1 per gli SLE e 1,5 gli SLU;

7.4 RISULTATI DELL'ANALISI

Le verifiche dei montanti, vengono eseguite allo stato limite ultimo, considerando barriere di altezza 3,75m. Pertanto, in corrispondenza della sezione a quota base montante in acciaio, agiscono le seguenti azioni a metro lineare:

H _{max} [m]	Carichi Fissi (G)			Carichi Accidentali(Q)		
	N _G [kN/m]	M _G [kNm/m]	T _G [kN/m]	N _Q [kN/m]	M _Q [kNm/m]	T _Q [kN/m]
3,75	7,50	0,00	0,00	0,00	10,55	5,63

Considerando inoltre che i montanti delle barriere sono posti ad un interasse di circa 3,00m, le sollecitazioni di verifica complessive, agenti in corrispondenza della piastra di base, trascurando i pesi propri dei profilati dei montanti, valgono:

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO A BASE MONTANTE B.A.R.						
H _{max} [m]	SLE			SLU		
	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
3,75	0,00	31,65	16,89	0,00	47,48	25,34

Per quanto riguarda le sollecitazioni agenti sugli elementi dei plinti di fondazione, si osserva che per le sezioni in rilevato, sia la barriera che una porzione del plinto hanno una eccentricità rispetto al centro della palificata di circa 35cm. Inoltre dovendo verificare la sezione di base posta in corrispondenza della risega del dente di fondazione, e considerando una diffusione degli sforzi a 45°, le sollecitazioni complessive del montante vengono ripartite su una lunghezza pari a circa 1,30m (considerando la base del montante di circa 30cm). Si ottengono le seguenti azioni a metro lineare di fondazione (per una barriera di altezza 3,75m+0.5m di cordolo):

Carichi Fissi (G)			Carichi Accidentali(Q)		
N _G [kN/m]	M _G [kNm/m]	T _G [kN/m]	N _Q [kN/m]	M _Q [kNm/m]	T _Q [kN/m]
13,75	3,33	0,00	0,00	24,54	13,74

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 15 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

Si ricavano quindi, per i due stati limite, le seguenti sollecitazioni:

SLE			SLU		
N [kN/m]	M [kNm/m]	T [kN/m]	N [kN/m]	M [kNm/m]	T [kN/m]
13,75	27,87	13,74	17,88	41,13	20,61

Le sollecitazioni agenti nel centro della palificata a quota testa micropali, valgono:

<i>Barriera in Trincea</i>					
<i>Carichi Fissi (G)</i>			<i>Carichi Accidentali(Q)</i>		
N _G [kN/m]	M _G [kNm/m]	T _G [kN/m]	N _Q [kN/m]	M _Q [kNm/m]	T _Q [kN/m]
31,75	3,33	0,00	0,00	32,79	13,74

Le sollecitazioni risultanti, per i due stati limite, sono:

SEZIONE	SLE			SLU		
	N [kN/m]	M [kNm/m]	T [kN/m]	N [kN/m]	M [kNm/m]	T [kN/m]
trincea	31,75	36,12	13,74	41,28	53,51	20,61

Dalle sollecitazioni riportate nella precedente tabella, si ricavano gli sforzi agenti nei singoli micropali, che valgono:

SEZIONE	SLE			SLU		
	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	T [kN]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	T [kN]
trincea	114,12	-66,49	10,31	164,74	-102,82	15,46

Dall'analisi di portanza dei micropali riportata nei paragrafi successivi, si ricava una lunghezza dei micropali di circa 6,00m.

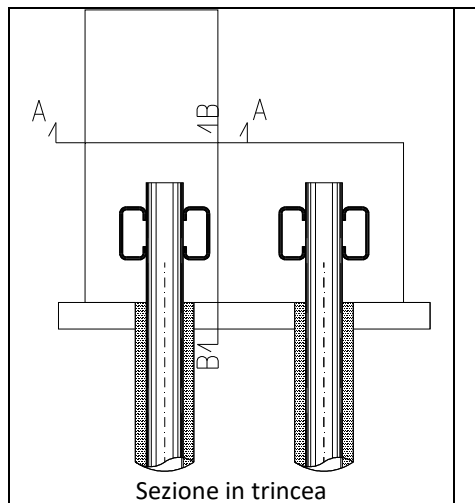
7.5 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

La verifica dei montanti e dei tubi dei micropali vengono condotte agli stati limite ultimi. Le verifiche delle sezioni in c.a. invece, viene condotta con riferimento alla sezione di lunghezza unitaria applicando entrambi gli stati limite nelle sezioni indicate nelle figure successive.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 16 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------



7.5.1 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

Gli elementi oggetto di tali verifiche sono i plinti in ca. Nella tabella successiva si riepilogano le sollecitazioni agenti nelle sezioni oggetto di verifica (i momenti positivi tendono le fibre inferiori):

SEZIONE	N [kN/m]	M [kNm/m]
A-A	13,75	+27,87
B-B	-	-26,60

Sezione A-A (b = 1,00 m, h = 0,50 m, $A_f=1\phi 12/20$, $A'_f = 1\phi 12/20$, copriferro 7 cm):

- Verifica di resistenza

$$\sigma_c = 1,77 \text{ MPa}$$

tensione massima di compressione del cls;

$$\sigma_s = 122,11 \text{ MPa}$$

tensione massima di trazione dell'acciaio;

- Verifica a fessurazione

$$w=0,00\text{mm}$$

sezione non fessurata;

Sezione B-B (b = 1,00 m, h = 0,60 m, $A_f=1\phi 12/20$, $A'_f = 1\phi 12/20$, copriferro 7 cm):

- Verifica di resistenza

$$\sigma_c = 1,2 \text{ MPa}$$

tensione massima di compressione del cls;

$$\sigma_s = 94,06 \text{ MPa}$$

tensione massima di trazione dell'acciaio;

- Verifica a fessurazione

$$w=0,00\text{mm}$$

sezione non fessurata;

Le verifiche sono soddisfatte.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 17 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

7.5.2 Verifiche agli Stati Limite di Ultimi

Montanti

Nella tabella successiva si riepilogano le sollecitazioni agenti nella sezione di attacco tra montante e fondazione:

H _{max} [m]	M [kNm]	T [kN]
3,75	47,48	25,34

(H_{max}=3,75m; Profilato HEA 160)

- Verifica di Resistenza

$$\sigma_{\max} = 197,5 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\max} = 27,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{i,\max} = 181,3 \text{ MPa}$$

tensione assiale massima al lembo esterno delle ali;

tensione tangenziale massima nel baricentro dell'anima;

tensione ideale massima dell'acciaio nella fibra di attacco anima-ala;

Plinti di Fondazione

Nella tabella successiva si riepilogano le sollecitazioni agenti nelle sezioni oggetto di verifica (i momenti positivi tendono le fibre inferiori):

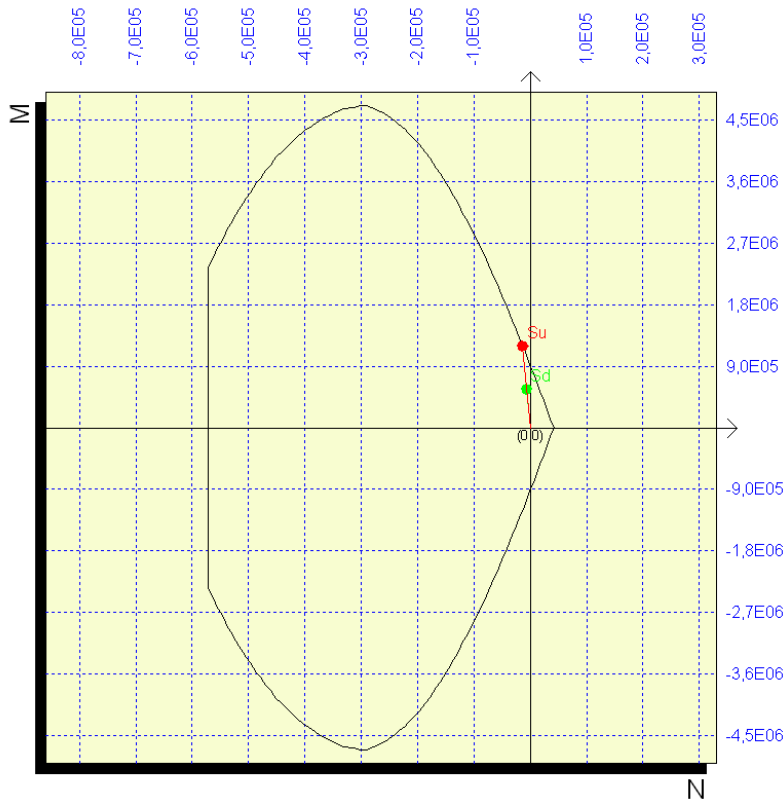
SEZIONE	N [kN/m]	M [kNm/m]	T _{max} [kN/m]
A-A	31,75	+53,51	20,61
B-B	-	-41,13	102,82

Sezione A-A (b = 1,00 m, h = 0,50 m, A_f=1φ12/20 , A'_f = 1φ12/20, copriferro 7 cm):

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 18 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------



Il coefficiente di sicurezza minimo è pari a 1,93.

Per quanto riguarda le verifiche a taglio, eseguite secondo quanto previsto dall'Eurocodice 2, si ha che la resistenza a taglio senza armature trasversali, vale:

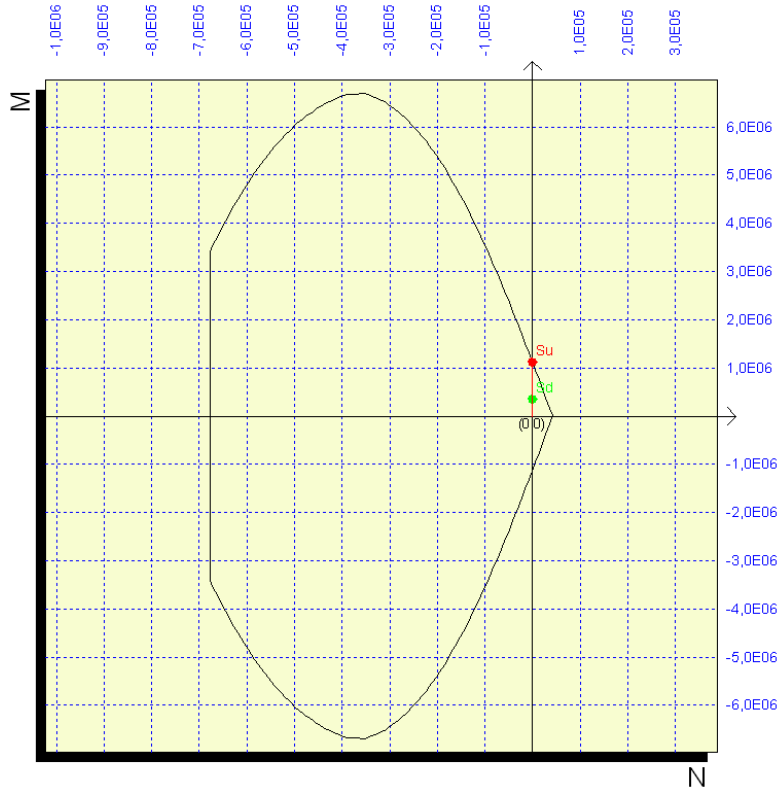
$V_{Rdc} = 187,60 \text{ kN} > 20,61 \text{ kN}$, pertanto non è necessario disporre armature a taglio.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 19 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

Sezione B-B (b = 1,00 m, h = 0,60 m, $A_f = 1\phi 12/20$, $A'_f = 1\phi 12/20$, copriferro 7 cm):



Il coefficiente di sicurezza minimo è pari a 3,05.

Per quanto riguarda le verifiche a taglio, eseguite secondo quanto previsto dall'Eurocodice 2, si ha che la resistenza a taglio senza armature trasversali, vale:

$V_{Rdc} = 208,39 \text{ kN} > 102,82 \text{ kN}$, pertanto non è necessario disporre armature a taglio.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 20 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

Tubo Micropalo ($\phi = 139,7$ mm, $s=6$ mm):

Nella tabella successiva si riepilogano le sollecitazioni agenti nelle sezioni oggetto di verifica:

SEZIONE	N_{max} [kN]	T [kN]
Rilevato	164,74	15,46

- *Verifica di Resistenza*

$$\sigma_{id} = (\sigma_{max}^2 + 3\tau_{max}^2)^{0.5} = 69,12 \text{ MPa} < 261.9 \text{ MPa} \quad \text{tensione ideale al lembo esterno del tubo;}$$

Le verifiche di resistenza sono soddisfatte.

7.6 VERIFICA DEI TIRAFONDI

Sulla scorta delle sollecitazioni di progetto ricavate ai precedenti paragrafi, i riportano di seguito le verifiche dei tirafondi, riguardanti in particolare una verifica strutturale della sezione degli stessi nonché una verifica a sfilamento dal cordolo

Il sistema di ancoraggio dei montanti prevede in particolare l'installazione di 2+2 tirafondi M20, posti ad interasse 0.27m nella direzione della forza tagliante sollecitante.

Ne conseguono sul singolo tirafondi i seguenti sforzi:

$$F_{v,Sd} = 25.2 / 4 = 6.3 \text{ KN} \quad (\text{taglio})$$

$$F_{t,Sd} = \pm (47.48/0.27)/2 = 87.9 \text{ KN} \quad (\text{trazione/compressione})$$

Dati di progetto dei tirafondi

$$A_b = 245 \text{ mm}^2 \quad (\text{sezione resistente})$$

$$f_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Bulloni classe 8.8})$$

Con riferimento alle indicazioni di cui al prg 6.5.5 dell'Eurocodice 3, dovrà risultare, ai fini del soddisfacimento della **verifica combinata a taglio-trazione**:

$$\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1,0 \quad [6.6]$$

essendo:

$F_{v,Sd}$ ed $F_{t,Sd}$: Sforzi di Taglio e Trazione di progetto

Resistenza a taglio del bullone (classi 4.6-5.6 e 8.8)

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 f_{ub} A_s}{\gamma_{Mb}}$$

Resistenza a trazione del bullone

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord – Opere di mitigazione acustica – opere di fondazione delle barriere per la mitigazione acustica: relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 21 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{Mb}}$$

$$\gamma_{Mb} = 1.25 \text{ (cfr 6.11 – EC3)}$$

Nel caso in esame risulta dunque:

$$F_{v,Rd} = 0.6 \times 800 \times 245 / 1.25 = 94080 \text{ N} = 94 \text{ KN}$$

$$F_{t,Rd} = 0.9 \times 800 \times 245 / 1.25 = 141120 \text{ N} = 141 \text{ KN}$$

Sostituendo nell'espressione 6, risulta dunque:

$$6.3/94 + 87.9/(1.4 \times 141) = 0.51 < 1$$

La verifica è pertanto soddisfatta

Si riporta inoltre la **verifica a sfilamento** dal cordolo, valutando la massima tensione tangenziale di progetto agente sulla superficie di contatto, tirafondo cordolo; in considerazione tuttavia della presenza della rosetta inferiore, è possibile ipotizzare il meccanismo di rottura interessi un cilindro di diametro pari a quello della rosetta e lunghezza paria quella della parte infissa del tirafondo al di sopra di quest'ultima, risultando dunque:

$$\tau_{ad} = 87900 / (3.14 \times 120 \times 350) = 0.66 \text{ N/mm}^2 < f_{bd} = 2.7 \text{ N/mm}^2 \text{ (tensione di aderenza limite acciaio-clc C25-30)}$$

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 22 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

8. VERIFICA DI PORTANZA DEI MICROPALI

Nel presente paragrafo, si riportano le analisi della palificata di micropali. Le verifiche di resistenza dei tubi di armatura dei micropali sono riportate nei paragrafi precedenti. Si osserva che, dati gli sforzi verticali massimi di compressione, 122,33kN (SLE) e 188,55 (SLU), e di trazione 57,47kN (SLE) e 90,95 (SLU) agenti sui singoli micropali, e date le curve di capacità portante riportate di seguito, si ricava che la lunghezza minima necessaria è pari a 5,50m.

8.1 METODOLOGIA

In generale, la portata totale limite Q_u del palo singolo sottoposto a carichi assiali di compressione è data dalla seguente equazione:

$$Q_u = Q_{bl} + Q_{ll}$$

dove:

$$Q_{bl} = \pi \frac{D^2}{4} q_{bl} \quad \text{è la portata limite di base}$$

$$Q_{ll} = \pi D \sum_i \tau_{li} h_i \quad \text{è la portata limite per attrito laterale}$$

D è il diametro del palo

q_{bl} è la pressione limite alla base del palo;

τ_{li} è la tensione tangenziale limite attribuita allo strato i -esimo lungo il fusto del palo

h_i è l'altezza dello strato i -esimo di terreno.

Allo stato limite di esercizio, il carico massimo di progetto Q_d sul singolo palo alla generica profondità di infissione dal p.c. originario sarà valutato, cautelativamente, con la seguente equazione:

$$Q_d = \frac{Q_{bl}}{FS_b} + \frac{Q_{ll}}{FS_l} - W'_p$$

dove:

FS_b è il coefficiente di sicurezza nei confronti della portata ultima di base

FS_l è il coefficiente di sicurezza nei confronti della portata ultima di attrito laterale

W'_p è il peso efficace del palo (al netto del terreno asportato).

Allo stato limite ultimo, il carico massimo di progetto Q_d sul singolo palo alla generica profondità di infissione dal p.c. originario sarà valutato, cautelativamente, con la seguente equazione:

$$Q_d = \frac{Q_{bl}}{\gamma_b} + \frac{Q_{ll}}{\gamma_l} - W'_p$$

dove:

γ_b è il coefficiente parziale nei confronti della portata ultima di base

γ_l è il coefficiente parziale nei confronti della portata ultima di attrito laterale

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 23 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

W'_p è il peso efficace del palo (al netto del terreno asportato).

Cautelativamente, per il calcolo della capacità portante dei micropali si trascura il contributo fornito dalla base inoltre, visto il limitato diametro dell'elemento, può essere trascurato rispetto agli altri, il termine W'_p . Pertanto, risulta:

$$Q_d = \frac{Q_{II}}{F\gamma} \quad \text{stato limite di esercizio}$$

$$Q_d = \frac{Q_{II}}{\gamma_I} \quad \text{stato limite ultimo}$$

Per ciascun micropalo, la portata laterale limite è calcolata considerando il diametro nominale di perforazione e le tensioni di progetto di adesione laterale limite micropalo-terreno $\alpha\tau_{limd}$ riferite al diametro di perforazione, si ottiene quindi:

$$Q_{II} = \pi D_p \sum_i \alpha\tau_{limd} h_i$$

8.2 STATO LIMITE DI ESERCIZIO

In considerazione delle caratteristiche tecnologiche e della natura dei terreni si valutano le tensioni "caratteristiche" di adesione laterale limite fondazione-terreno terreno $\alpha\tau_{limk}$, riferite al diametro di perforazione, riportate in Tabella a. Le tensioni di adesione laterale limite fondazione-terreno di progetto $\alpha\tau_{limd}$ sono pari alle tensioni caratteristiche.

Tabella a - Tensioni $\alpha\tau_{limk}$

Unità	da	a
-	kPa	kPa
Coltre	150	160
Substrato alterato	200	210
Substrato intatto	220	240

Tali valori sono in accordo a quanto suggerito dalla esperienza di Bustamante e Doix per il caso in esame.

Per il calcolo della portata di progetto si adotta la seguente espressione:

$$Q_d = \frac{\pi D_p \sum_i \alpha\tau_{limk} h_i}{F\gamma}$$

dove si adotta $F\gamma = 2.5$.

In tabella sono riportati, la portata laterale limite Q_{II} , la portata di progetto Q_d e lo sforzo assiale massimo a testa micropalo allo stato limite di esercizio N_{sle} . Risultando $Q_d > N_{sle}$ le verifiche di portanza sono soddisfatte.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS CS0000	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. D	Pag.di Pag. 24 di 24
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

Tabella b – Barriere antirumore

Tipologia	D _p mm	$\alpha\tau_{lim\ ki}$ kPa	h _i m	Q _{lim} kN	Q _{li} kN	Q _d kN	N _{sle} kN
-	-	150	6.0	621.72	-	-	-
micropali	220	-	-	-	621.72	248.69	114,12
		-	-	-			

8.3 STATO LIMITE ULTIMO

In considerazione delle caratteristiche tecnologiche e della natura dei terreni si valutano le tensioni “caratteristiche” di adesione laterale limite fondazione-terreno $\alpha\tau_{limk}$, riferite al diametro nominale di perforazione, riportate in Tabella a. Tali valori sono in accordo a quanto suggerito dalla esperienza di Bustamante e Doix per il caso in esame.

Per il calcolo della portata di progetto si adotta la seguente espressione:

$$Q_d = \pi D_p \sum_i \alpha\tau_{limdi} h_i$$

dove, in accordo con la normativa vigente, le tensioni di progetto di adesione laterale limite fondazione-terreno $\alpha\tau_{limd}$ sono ottenute fattorizzando la $\alpha\tau_{limk}$ con il coefficiente parziale $\gamma = 1,15 * 1,7 = 1.96$ (A1+M1+R3) per quanto riguarda i micropali in compressione e $\gamma = 1,25 * 1,7 = 2.13$ (A1+M1+R3) per quanto riguarda i micropali in trazione.

In tabella sono riportati, la portata laterale limite Q_{li}, la portata di progetto Q_d e lo sforzo assiale massimo a testa micropalo allo stato limite ultimo N_{slu}. Risultando Q_d > N_{slu} le verifiche di portanza sono soddisfatte.

Tabella c – Barriere antirumore (micropalo in compressione)

Tipologia	D _p mm	$\alpha\tau_{lim\ di}$ kPa	h _i m	Q _{lim} kN	Q _{li} kN	Q _d kN	N _{slu} kN
-	-	76.54	6.0	317.2	-	-	-
micropali	220	-	-	-	317.2	317.2	164,74
		-	-	-			

Tabella d – Barriere antirumore (micropalo in trazione)

Tipologia	D _p mm	$\alpha\tau_{lim\ di}$ kPa	h _i m	Q _{lim} kN	Q _{li} kN	Q _d kN	N _{slu} kN
-	-	70.42	6.0	291.88	-	-	-
micropali	220	-	-	-	291.88	291.88	102,82
		-	-	-			