

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

OPERE CIVILI

MU77 – Pila CVF esistente al pk 18+650,11

Relazione di calcolo – Verifica all'urto da traffico ferroviario

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I A 5 F 0 1 D 7 8 C L M U 7 7 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	P.MANNI	07/2019	N.MANCUSO <i>N. Mancuso</i>	07/2019	F.GERNONE <i>F. Gernone</i>	07/2019	D. TIBERTI 07/2019 ITALFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Direzione Generale UO Infrastrutture Sud Dott. Ing. Danilo Tiberti Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10876

File: IA5F01D78CLMU7700001A

n. Elab.:

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo – Verifica all'urto da traffico ferroviario	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO MU7700 001	REV. A	FOGLIO 2 DI 23

INDICE

1. GENERALITÀ.....	3
1.1. PREMESSA.....	3
1.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
1.3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	5
2. PARAMETRI GEOTECNICI DEL SITO.....	6
3. ANALISI DEI CARICHI.....	7
3.1. PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA.....	7
3.2. CARICHI PERMANENTI TRASMESSI DALL'IMPALCATO.....	7
3.3. CARICHI DA URTO FERROVIARIO.....	7
4. COMBINAZIONI DI CARICO.....	8
5. MODELLAZIONE STRUTTURALE.....	9
5.1. CODICE DI CALCOLO.....	9
5.2. DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	9
5.3. AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO.....	10
5.4. MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI.....	10
5.5. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	10
5.6. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	10
6. VERIFICHE STRUTTURALI.....	11
6.1. VERIFICA DEL FUSTO.....	11
6.2. VERIFICA DELLA PLATEA.....	15
6.3. VERIFICA DEI PALI.....	17
7. VERIFICHE GEOTECNICHE.....	20
7.1. VERIFICA A CARICO LIMITE VERTICALE.....	21
7.2. VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE.....	22

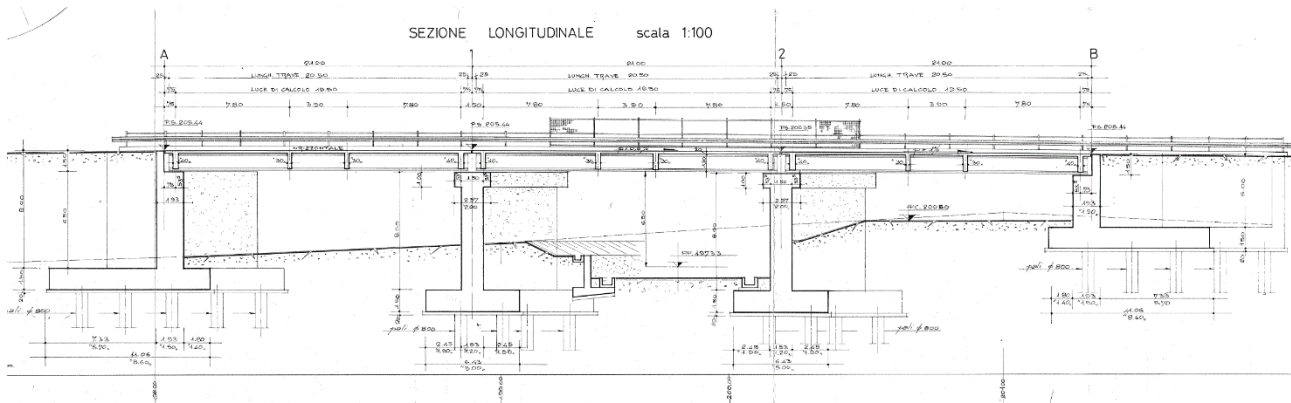
1. GENERALITÀ

Obiettivo della realizzazione della linea Ferrandina – Matera La Martella è il collegamento della città di Matera alla rete ferroviaria nazionale, in particolare con Salerno, per l’accesso al sistema AV/AC, e con Taranto, attraverso la linea Battipaglia-Potenza-Metaponto-Taranto.

Il piano di interventi prevede l’adeguamento sismico della stazione di La Martella e l’adeguamento funzionale del Layout della stazione ai requisiti richiesti dalle normative attuali compresi quelli di interoperabilità, come meglio descritto negli elaborati di progetto architettonico.

1.1. PREMESSA

Nella presente relazione viene preso in considerazione il cavalcaferrovia esistente al km 18+650,11; nello specifico, si verificano le pile nei confronti delle azioni eccezionali da urto ferroviario (§ 3.6.3.4 NTC2018).



	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo – Verifica all’urto da traffico ferroviario	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO MU7700 001	REV. A

1.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell’Ente FF.SS.

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore e nel seguito elencate:

- [1] *DM 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*
- [2] *Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. - Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*
- [3] *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 C - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.*
- [4] *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 C - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 – Ponti e Strutture*
- [5] *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 002 C - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 5 – Prescrizioni per marciapiedi e pensiline delle stazioni ferroviarie a servizio dei viaggiatori*
- [6] *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea*
- [7] *Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici*
- [8] *UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione. prestazione. produzione e conformità” Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1*
- [9] *UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione. prestazione. produzione e conformità”*
- [10] *UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1:Regole generali e regole per edifici”*
- [11] *UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni. strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”*

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo – Verifica all'urto da traffico ferroviario	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO MU7700 001	REV. A	FOGLIO 5 di 23

1.3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si premette che nella presente vengono trattate strutture esistenti soggette ad azioni eccezionali, quindi le resistenze di progetto sono calcolate con un fattore di confidenza $FC = 1$.

Le resistenze medie sono assunte coincidenti con quelle caratteristiche di progetto.

- CALCESTRUZZO:** $R_{ck} = 25 \text{ MPa}$
 $f_{cd} = f_{cm} / FC = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / FC = \alpha_{cc} \cdot 0.83 \cdot R_{ck} / FC = 0.85 \cdot 0.83 \cdot 25 / 1 = 17.64 \text{ MPa}$
- ACCIAIO PER ARMATURE:** **FeB38k**
 $f_{yd} = f_{yk} / FC = 375 / 1 = 375 \text{ MPa}$
 $\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 375 / 200000 = 0.001875 = 1.875\%$

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo – Verifica all'urto da traffico ferroviario	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO MU7700 001	REV. A

2. PARAMETRI GEOTECNICI DEL SITO

Attraverso l'elaborato IA5F-01-D-78-F6-GE0005-006-A (profilo geotecnico), si determinano:

- la litologia interessata dalle fondazioni dell'opera in esame;
- la profondità della falda dal PC.

Quindi, per la caratterizzazione geotecnica della litologia individuata, si fa riferimento all'elaborato IA5F-01-D-78-RH-GE0005-001-A (relazione geotecnica generale).

STRATIGRAFIA - profondità da p.c. [m]		γ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	c_u [kPa]	E [MPa]
0 - ...	U2 (argille sub-appenniniche)	20	28.0	22.0	260	150

Il livello della falda è a 17m circa dal piano campagna.

La categoria del suolo è la C (vedere elaborati IA5F-01-D-78-RH-GE0005-001-A e IA5F-01-D-78-F6-GE0005-006-A).

	<p>Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</p> <p>NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA</p>				
<p>Relazione di calcolo – Verifica all’urto da traffico ferroviario</p>	<p>PROGETTO IA5F</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D 78 CL</p>	<p>DOCUMENTO MU7700 001</p>	<p>REV. A FOGLIO 7 DI 23</p>

3. ANALISI DEI CARICHI

3.1. PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA

Il peso proprio dei differenti elementi strutturali viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato.

3.2. CARICHI PERMANENTI TRASMESSI DALL’IMPALCATO

Dalla relazione di calcolo del cavalcaferrovia si deduce che che il carico permanente complessivo trasmesso dall’impalcato sulla sommità della singola pila è pari a 4230 kN.

Tale carico deve ritenersi comprensivo del peso delle strutture dell’impalcato e dei sovraccarichi permanenti agenti sull’impalcato stesso.

3.3. CARICHI DA URTO FERROVIARIO

Poiché la distanza minima delle pile dall’asse del binario è maggiore di 5 m, le azioni da urto ferroviario, ai sensi del § 3.6.3.4 delle NTC 2018, sono costituite dalle seguenti forze statiche:

- 2000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
- 750 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari.

Queste forze devono essere applicate a 1.80 m dal piano del ferro (nel caso in esame a 3.50 m dall’estradosso della platea) e non devono essere considerate agenti simultaneamente.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo – Verifica all’urto da traffico ferroviario	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO MU7700 001	REV. A	FOGLIO 8 DI 23

4. COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico utilizzate per l’analisi della struttura sono definite in accordo alle indicazioni del § 2.5.3 delle NTC2018:

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:
 $G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$ [2.5.6]

Definizione delle condizioni di carico

- **PERM:**
pesi degli elementi strutturali della pila e dell’impalcato e sovraccarichi permanenti gravanti sull’impalcato
- **URTO-//:**
urto parallelo alla direzione di marcia dei convogli (carico applicato su un fianco del fusto della pila)
- **URTO-PERP_1:**
urto ortogonale alla direzione di marcia dei convogli (carico applicato sul fusto della pila ortogonalmente al suo piano medio in corrispondenza della mezzeria)
- **URTO-PERP_2 e URTO-PERP_3:**
urto ortogonale alla direzione di marcia dei convogli (carico applicato sul fusto della pila ortogonalmente al suo piano medio in corrispondenza delle estremità)

Definizione delle combinazioni di carico

Combinazione	Condizioni di carico				
	PERM	URTO-//	URTO-PERP_1	URTO-PERP_2	URTO-PERP_3
COMB1	1	1	-	-	-
COMB2	1	-	1	-	-
COMB3	1	-	-	1	-
COMB4	1	-	-	-	1

5. MODELLAZIONE STRUTTURALE

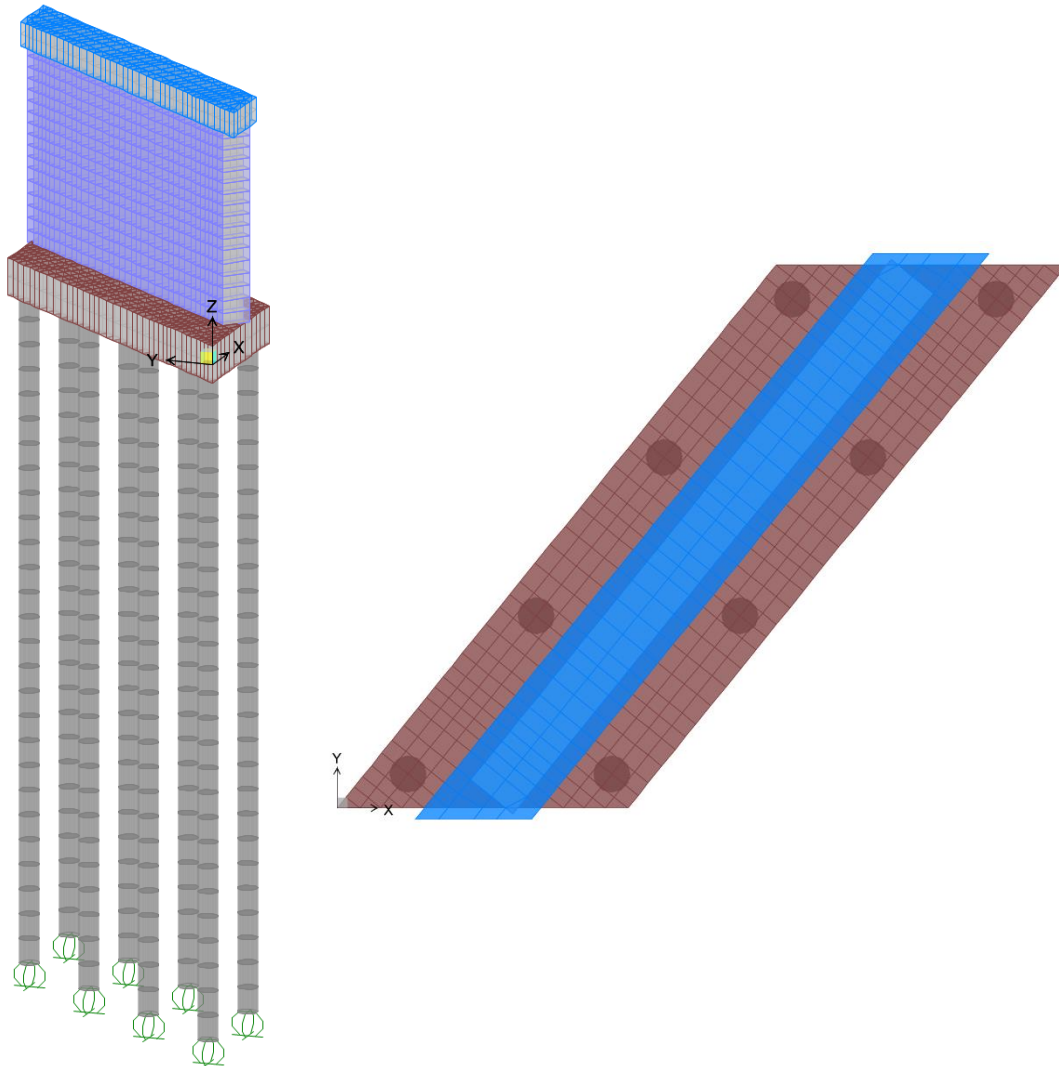
5.1. CODICE DI CALCOLO

L’analisi della struttura è stata condotta con il seguente codice di calcolo agli elementi finiti:

Titolo SAP2000
Versione 21.0.2
Distributore Computer and Structures, Inc.

5.2. DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Per l’analisi della struttura, è stato sviluppato un modello di calcolo costituito da soli elementi tipo “shell” (elementi piani a tre o quattro nodi) e da bracci rigidi (link) utilizzati per connettere i vari elementi (pulvino-fusto, fusto-platea, platea-pali).



Modello F.E.M. – Viste estruse 3D e in pianta

I pesi degli elementi che formano il modello sono calcolati direttamente dal software, tramite le sezioni e i materiali ad essi assegnati, congruenti con quelli di progetto.

La struttura è stata vincolata tramite carrelli applicati alla base dei pali e molle orizzontali, anch’esse applicate

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo – Verifica all’urto da traffico ferroviario	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO MU7700 001	REV. A	FOGLIO 10 DI 23

ai pali, su tutta la loro lunghezza nelle direzioni X e Y, di rigidità costante con la profondità.

Per determinare il modulo di reazione orizzontale si può fare riferimento a prove di carico su piastra, correlando il modulo k_h al risultato della prova attraverso la relazione:

$$k_h = k_h^* \cdot b / (1.5 \cdot D)$$

dove:

- k_h^* è il modulo ottenuto da prove di carico su piastra;
- b è la dimensione della piastra (lato o diametro) utilizzata nella prova.

Valori tipici di k_h^* per terreni coesivi ottenuti da prove di carico su piastra standard da 30cm sono riportati nella tabella seguente.

Consistenza	Compatta ($c_u = 50 \div 100$ kPa)	Molto compatta ($c_u = 100 \div 200$ kPa)	Dura ($c_u > 200$ kPa)
Range [N/cm ³]	18÷35	35÷70	>70
Valore consigliato di k_h^* [N/cm ³]	25	50	100

Nel caso in esame si ha:

- $c_u = 260$ kPa $\rightarrow k_h^* = 100$ N/cm³;
- $D = 80$ cm;

e quindi:

$$k_h = 100 \cdot 30 / (1.5 \cdot 80) = 25 \text{ N/cm}^3 = 25000 \text{ kN/m}^3$$

da cui:

$$k = 25000(\text{kN/m}^3) \cdot 0.80(\text{m}) = 20000 \text{ kN/m/m.}$$

Si deve comunque osservare che non è necessaria una grande precisione del modulo k_h , poiché la lunghezza caratteristica λ è funzione della radice quadrata del modulo stesso, per cui l'errore nella stima di k_h è poco influente nel calcolo delle caratteristiche di sollecitazione del palo, pur risentendosi maggiormente nella valutazione degli spostamenti.

5.3. 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 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.

5.4. MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

L'output 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 grafica e tabellare.

5.5. 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.

5.6. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con analisi semplificate. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di

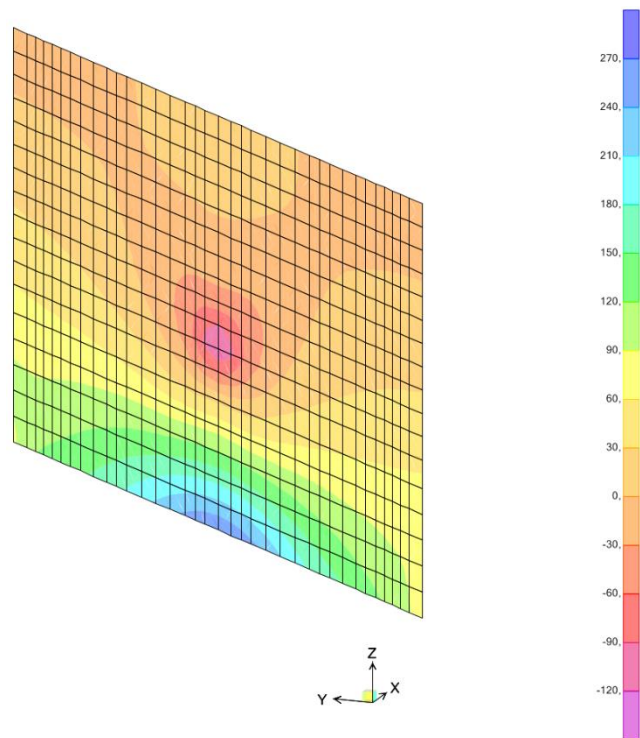
	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo – Verifica all'urto da traffico ferroviario	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO MU7700 001	REV. A	FOGLIO 11 DI 23

schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

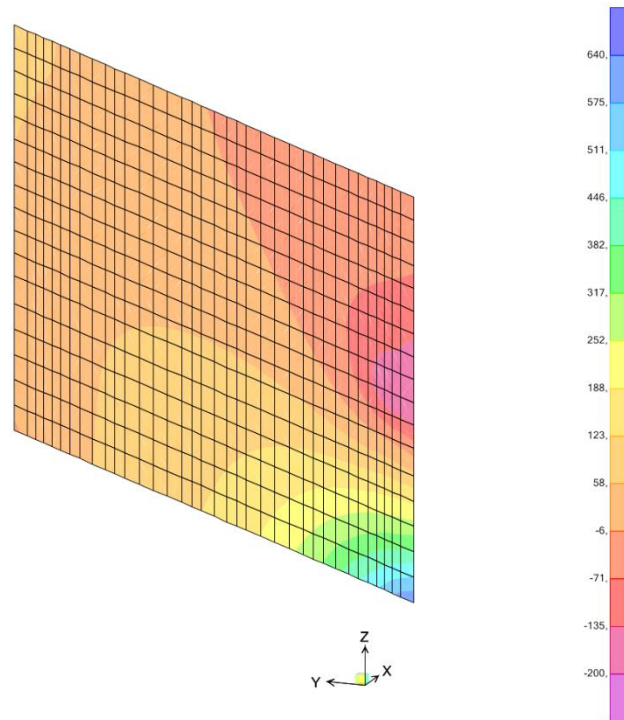
6. VERIFICHE STRUTTURALI

6.1. VERIFICA DEL FUSTO

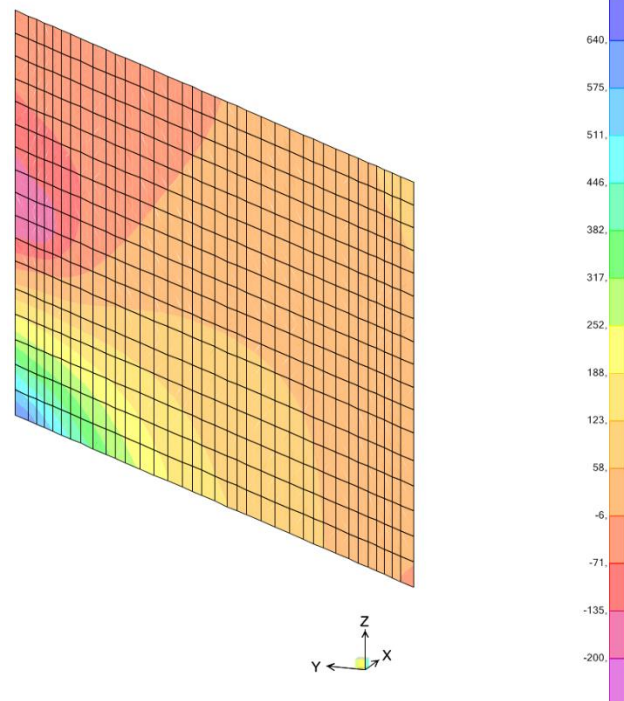
Verifica a presso-flessione nella sezione d'incastro



Mappatura dei momenti M_{22} in COMB2 - u.m. kNm/m



Mappatura dei momenti M_{22} in COMB3 - u.m. kNm/m



Mappatura dei momenti M_{22} in COMB4 - u.m. kNm/m

Il momento massimo è di 640 kNm/m.

La verifica viene svolta, a favore di sicurezza, trascurando lo sforzo assiale, che è di compressione su tutta la lunghezza della sezione d'incasto.

Ai fini della verifica, si considerano barre $\varnothing 22/20$ su entrambe le facce.

Verifica C.A. S.L.U. - File: FUSTO

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO : VERIFICA FUSTO

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	19,01	8
			2	19,01	112

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 640

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 791,3 kNm

Materiali FeB38k Rck 25

ϵ_{su} 67,5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰	σ_c -17,64 N/mm ²
f_{yd} 375 N/mm ²	ϵ_{cu} 3,5 ‰	σ_s 375 N/mm ²
E_s 200.000 N/mm ²	f_{cd} 17,64	ϵ_c 3,5 ‰
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0,8	ϵ_s 54,8 ‰
ϵ_{syd} 1,875 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 8,5	d 112 cm
$\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm ²	τ_{co} 0,5333	x 6,724 x/d 0,06004
	τ_{c1} 1,686	δ 0,7

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett. 100

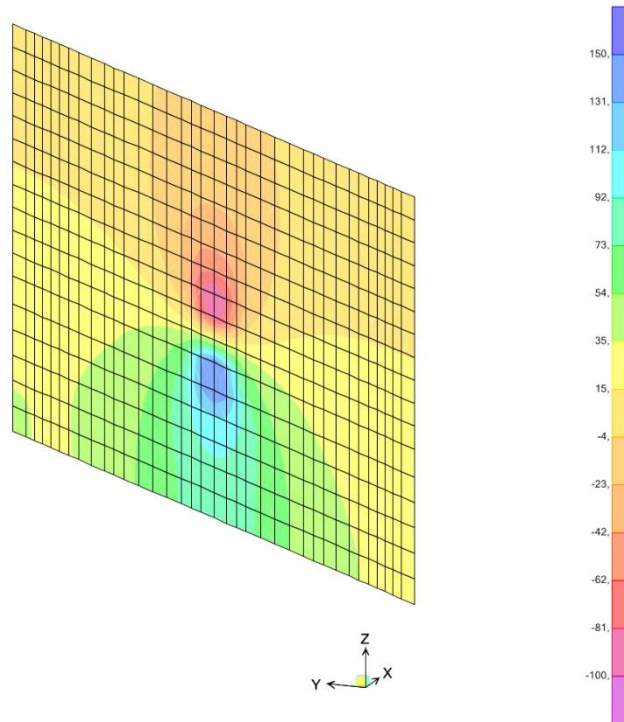
Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

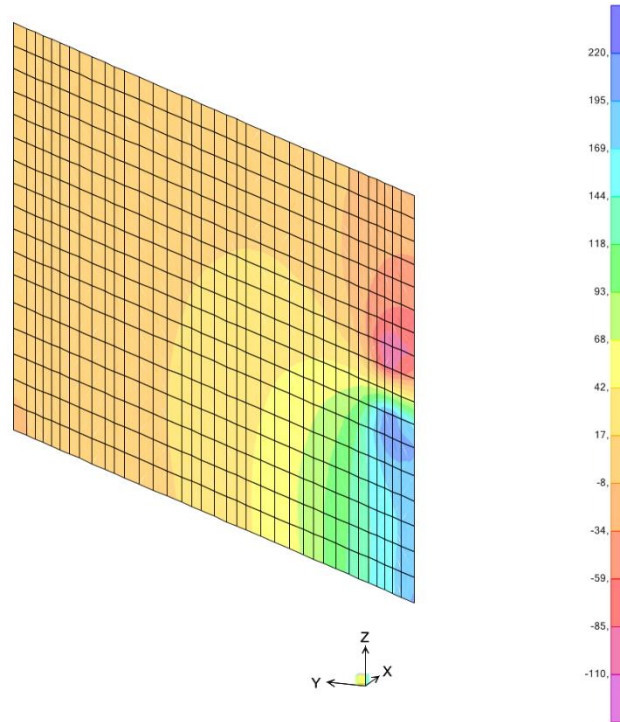
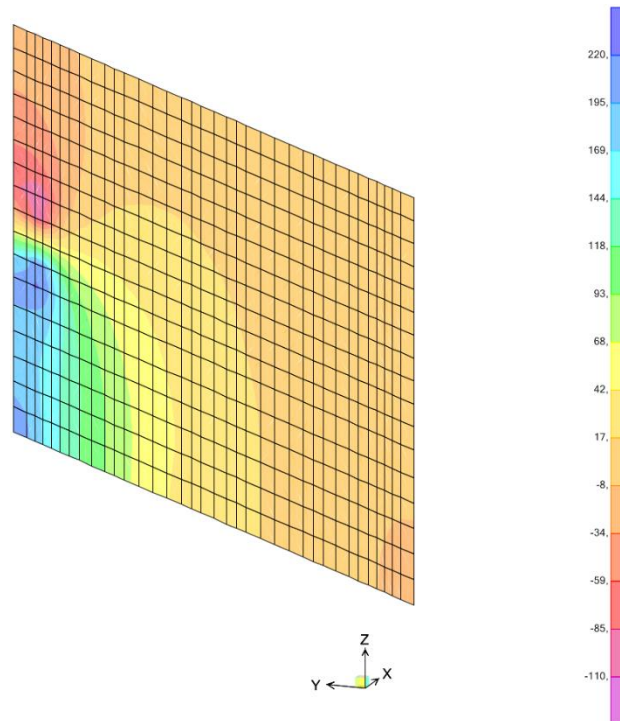
Precompresso

$M_{Rd} = 791 \text{ kNm} > M_{Ed} = 640 \text{ kNm} \rightarrow$ verifica soddisfatta

Verifica a taglio



Mappatura degli sforzi di taglio V23 in COMB2 - u.m. kN/m

*Mappatura degli sforzi di taglio V23 in COMB3 - u.m. kN/m**Mappatura degli sforzi di taglio V23 in COMB4 - u.m. kN/m*

Lo sforzo di taglio massimo è di 220 kN/m.

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A.



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di
Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

**Relazione di calcolo – Verifica all'urto
da traffico ferroviario**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA5F 01 D 78 CL MU7700 001 A 15 DI 23

Materiali

CLS

Classe =

Rck 25

$f_{ck} = 20,75$ MPa

$\alpha_{cc} = 0,85$

$\gamma_c = 1$

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 17,64$ MPa

$f'_{cd} = 0,5 f_{cd} = 8,82$ MPa

ARMATURE

$f_{yk} = 375$ MPa

$\gamma_s = 1$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 375,0$ MPa

Sollecitazioni

$N_{Ed} = 0$ kN

$V_{Ed} = 220$ kN

$T_{Ed} = 0$ kNm

Taglio

$B = b_w = 1000$ mm

$\kappa = \min [1 + \sqrt{(200 / d)}; 2] = 1,4226$

$H = 1200$ mm

$\rho_t = \min [A_{st} / (b_w d); 0,02] = 0,0017$

$d = 1120$ mm

$A_c = B H = 1200000$ mm²

$A_{st} = 1900$ mm²

$\sigma_{cp} = \min [N_{Ed} / A_c; 0,2 f_{cd}] = 0,0000$ MPa

$\alpha = 90$ °

$v_{min} = 0,035 \kappa^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,2705$ MPa

$ctg \theta = 1$

$\alpha_c = 1,0000$

$ctg \alpha = 0,0000$

Resistenza senza armature trasversali

$V_{Rd} = \max \{0,18 \kappa (100 \rho_t f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \sigma_{cp}\} b_w d; (v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d\} = 436$ kN

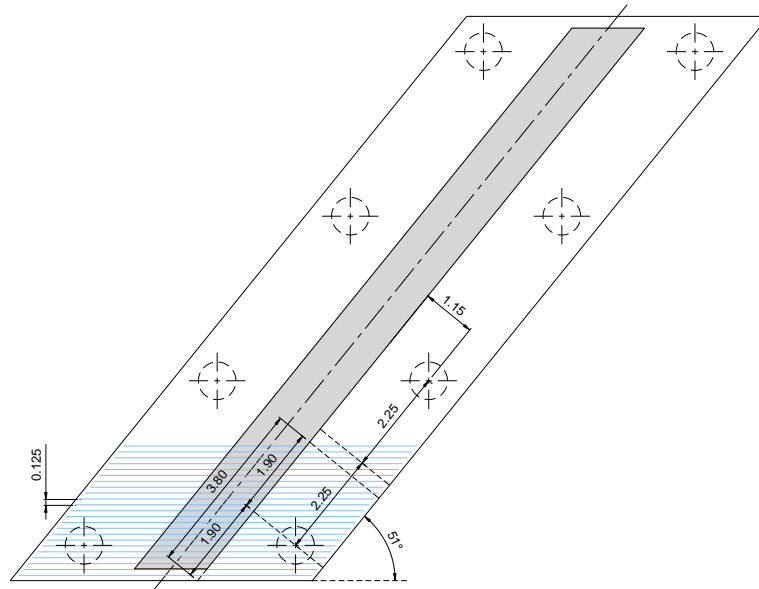
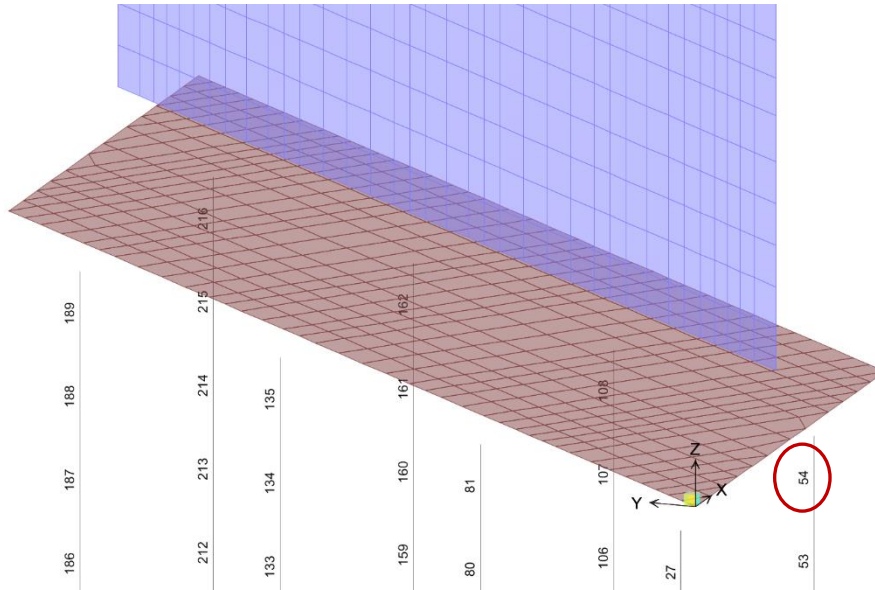
$V_{Rd} > V_{Ed} \rightarrow$ **Non sono richieste armature a taglio**

6.2. VERIFICA DELLA PLATEA

La platea viene verificata facendo riferimento ad un meccanismo a mensola tozza in cui il crico è costituito dallo sforzo assiale massimo agente in testa ai pali.

TABLE: Element Forces - Frames				
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P
Text	m	Text	Text	KN
27	1	COMB1	Combination	-906
27	1	COMB2	Combination	-1161
27	1	COMB3	Combination	-1140
27	1	COMB4	Combination	-1155
54	1	COMB1	Combination	-1030
54	1	COMB2	Combination	-1882
54	1	COMB3	Combination	-1921
54	1	COMB4	Combination	-1905
81	1	COMB1	Combination	-1317
81	1	COMB2	Combination	-1179
81	1	COMB3	Combination	-1155
81	1	COMB4	Combination	-1162
108	1	COMB1	Combination	-1341
108	1	COMB2	Combination	-1829
108	1	COMB3	Combination	-1856
108	1	COMB4	Combination	-1851
135	1	COMB1	Combination	-1608
135	1	COMB2	Combination	-1114
135	1	COMB3	Combination	-1092
135	1	COMB4	Combination	-1087
162	1	COMB1	Combination	-1612
162	1	COMB2	Combination	-1746
162	1	COMB3	Combination	-1763
162	1	COMB4	Combination	-1770
189	1	COMB1	Combination	-1872

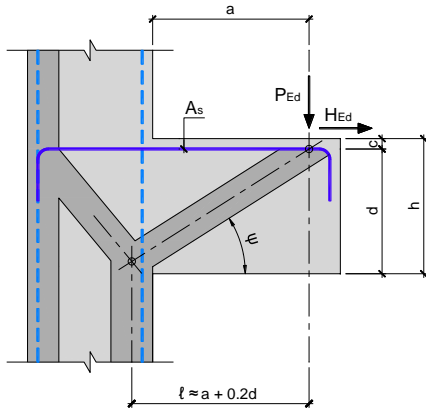
189	1	COMB2	Combination	-1020
189	1	COMB3	Combination	-998
189	1	COMB4	Combination	-982
216	1	COMB1	Combination	-1793
216	1	COMB2	Combination	-1549
216	1	COMB3	Combination	-1555
216	1	COMB4	Combination	-1570



Le armature all'intradosso della platea sono costituite da barre $\varnothing 26/12.5$; di queste armature si considera l'area proiettata sul piano ortogonale all'asse della mensola:

$$A = 531 \cdot \sin(51^\circ) = 412.66 \text{ mm}^2 \rightarrow \varnothing_{eq} = 22.9 \text{ mm}$$

VERIFICA MENSOLA TOZZA IN C.A.



$P_{Ed} = 1.921 \text{ kN}$
 $H_{Ed} = 0 \text{ kN}$

$a = 115 \text{ cm}$
 $b = 380 \text{ cm}$ larghezza mensola
 $h = 120 \text{ cm}$ altezza mensola
 $c = 8 \text{ cm}$ copriferro
 $d = 112 \text{ cm}$
 $l = 137,4 \text{ cm}$
 $\psi = 39,185^\circ$

Armatura (A_s)
 $\varnothing_1 = 22,9 \text{ mm}$ diametro barre tipo 1
 $n_1 = 23$ n° barre tipo 1
 $\varnothing_2 = 0 \text{ mm}$ diametro barre tipo 2
 $n_2 = 0$ n° barre tipo 2
 $\varnothing_3 = 0 \text{ mm}$ diametro barre tipo 3
 $n_3 = 0$ n° barre tipo 3
 $A_s = 94,7 \text{ cm}^2$

Mensola con staffe: NO → c = 1

Materiali

CLS		ARMATURE	
Classe =	Rck 25	$f_{yk} =$	375 MPa
$f_{ck} =$	20,75 MPa	$\gamma_s =$	1
$\alpha_{cc} =$	0,85	$f_{jd} = f_{yk} / \gamma_s =$	375,0 MPa
$\gamma_c =$	1		
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c =$	17,64 MPa		

Verifica del tirante

$P_{Rs} = (A_s f_{jd} - H_{Ed}) / \lambda$ con $\lambda = \text{ctg}(\psi) \approx l / (0,9 d)$
 $\lambda = 1,363$
 $P_{Rs} = 2.606 \text{ kN}$
 $P_{Rs} > P_{Ed} \rightarrow$ verifica soddisfatta

Verifica del puntone di cls

$P_{Rc} = 0,4 b d f_{cd} c / (1 + \lambda^2) = 10.506 \text{ kN}$
 $P_{Rc} > P_{Rs} \rightarrow$ verifica soddisfatta

6.3. VERIFICA DEI PALI

Si riportano di seguito le sollecitazioni massime (e minime per gli sforzi assiali) nei pali relative alle quattro combinazioni di carico considerate:

- $N_{max} = 2260 \text{ kN}$;
- $N_{min} = 906 \text{ kN}$;
- $V_{max} = \max [\sqrt{V1^2 + V2^2}] = 223 \text{ kN}$;
- $M_{max} = \max [\sqrt{M1^2 + M2^2}] = 421 \text{ kNm}$.

Verifica a presso-flessione

A favore di sicurezza, si considera lo sforzo assiale minimo.

$M_{Rd} = 814.5 \text{ kNm} > M_{Ed} = 421 \text{ kNm} \rightarrow$ verifica soddisfatta

Verifica a taglio

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A.

Materiali

CLS

Classe =

Rck 25

$f_{ck} = 20,75 \text{ MPa}$

$\alpha_{cc} = 0,85$

$\gamma_c = 1$

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 17,64 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 0,5 f_{cd} = 8,82 \text{ MPa}$

ARMATURE

$f_{yk} = 375 \text{ MPa}$

$\gamma_s = 1$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 375,0 \text{ MPa}$

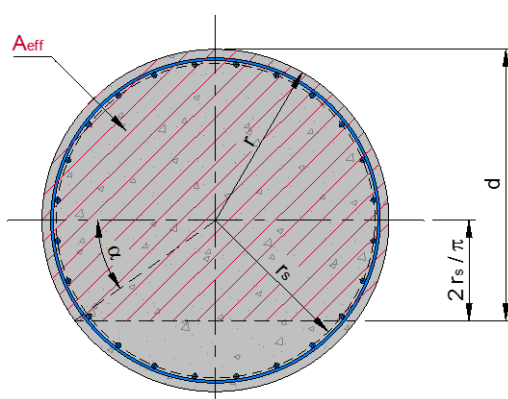
Sollecitazioni

$N_{Ed} = 906 \text{ kN}$

$V_{Ed} = 223 \text{ kN}$

$T_{Ed} = 0 \text{ kNm}$

TAGLIO SU SEZIONE CIRCOLARE IN C.A. - Metodo di Clarke & Birjandi (1993)





Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di
Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

**Relazione di calcolo – Verifica all'urto
da traffico ferroviario**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78 CL	MU7700 001	A	19 DI 23

Sezione effettiva

$r = 400$ mm
 $r_s = 320$ mm

Sezione rettangolare equivalente

$d = r + 2 r_s / \pi = 604$ mm Altezza utile
 $\alpha = \arcsin [2 r_s / (\pi r)] = 0,5344$ rad
 $A_{eff} = r^2 (\pi / 2 + \alpha + \sin \alpha \cos \alpha) = 406953,3$ mm² Area
 $B = A_{eff} / d = 674$ mm Base

Taglio

$B = b_w = 674$ mm
 $H = 604$ mm
 $d = 604$ mm
 $A_{st} = 3556$ mm²
 $\alpha = 90^\circ$
 $\text{ctg } \theta = 1$

$\kappa = \min [1 + \sqrt{(200 / d)}; 2] = 1,5754$
 $\rho_t = \min [A_{st} / (b_w d); 0,02] = 0,0087$
 $A_c = B H = 407096$ mm²
 $\sigma_{cp} = \min [N_{Ed} / A_c; 0,2 f_{cd}] = 2,2255$ MPa
 $v_{min} = 0,035 \kappa^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,3153$ MPa
 $\alpha_c = 1,1262$
 $\text{ctg } \alpha = 0,0000$

Resistenza senza armature trasversali

$V_{Rd} = \max \{ [0,18 \kappa (100 \rho_t f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d; (v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d \} = 439$ kN
 $V_{Rd} > V_{Ed} \rightarrow$ **Non sono richieste armature a taglio**

	<p>Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</p> <p>NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA</p>					
<p>Relazione di calcolo – Verifica all’urto da traffico ferroviario</p>	<p>PROGETTO IA5F</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D 78 CL</p>	<p>DOCUMENTO MU7700 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 20 DI 23</p>

7. VERIFICHE GEOTECNICHE

Vista la brevissima durata dell'azione eccezionale che si sta considerando, le verifiche geotecniche a carico limite verticale e orizzontale sono svolte solo in condizioni non drenate.

Le sollecitazioni massime, considerate nelle verifiche, sono:

- $N_{\max} = 2260 \text{ kN}$;
- $V_{\max} = \max [\sqrt{(V1^2 + V2^2)}] = 223 \text{ kN}$.

7.1. VERIFICA A CARICO LIMITE VERTICALE

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

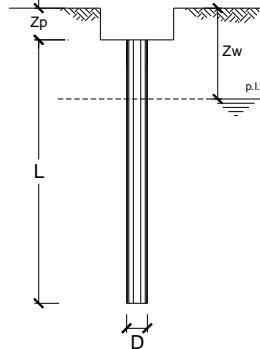
CANTIERE:

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 0,80 (m) Area del Palo (Ap): 0,503 (m²)
 Quota testa Palo dal p.c. (z_p): 2,00 (m) Quota falda dal p.c. (z_w): 17,00 (m)
 Carico Assiale Permanente (G): 2260 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
 Numero di strati 1 $\frac{1}{1}$ Lpalo = 27,00 (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ_b	γ_s	$\gamma_{s\text{traz}}$
SLU	A1+M1+R1	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	1,00	1,30	1,70	1,45	1,60
	A1+M1+R3	1,30	1,50	1,35	1,15	1,25
	SISMA	1,00	1,00	1,35	1,15	1,25
DM88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
definiti dal progettista		1,00	1,00	1,35	1,15	1,25



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A	prog.
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

PARAMETRI MEDI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	c'_{med} (kPa)	ϕ'_{med} (°)	$c_{u,med}$ (kPa)
1	27,00		20,00			260,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
0,00	0,00		0,35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradesso del plinto)

PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	c'_{min} (kPa)	ϕ'_{min} (°)	$c_{u,min}$ (kPa)
1	27,00		20,00			260,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
0,00	0,00		0,35

RISULTATI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)
1	27,00		6175,1	0,00	9,00	2920,0	1467,8	6175,1	0,00	9,00	5800,0	2915,4

CARICO ASSIALE AGENTE

$N_d = N_G \cdot \gamma_G + N_Q \cdot \gamma_Q$
 $N_d = 2260,0$ (kN)

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

base $R_{b,cal\ med} = 1467,8$ (kN)
 laterale $R_{s,cal\ med} = 6175,1$ (kN)
 totale $R_{c,cal\ med} = 7642,9$ (kN)

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

base $R_{b,cal\ min} = 2915,4$ (kN)
 laterale $R_{s,cal\ min} = 6175,1$ (kN)
 totale $R_{c,cal\ min} = 9090,5$ (kN)

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal\ med}/\xi_3 ; R_{b,cal\ min}/\xi_4) = 863,4$ (kN)
 $R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal\ med}/\xi_3 ; R_{s,cal\ min}/\xi_4) = 3632,4$ (kN)
 $R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 4495,8$ (kN)

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$ $F_s = R_{c,d} / N_d$
 $R_{c,d} = 3798,2$ (kN) $F_s = 1,68$

7.2. VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE

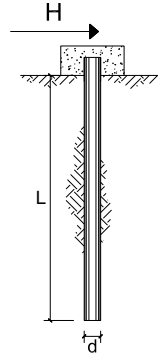
CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI COESIVI PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

OPERA:

TEORIA DI BASE:

(Broms, 1964)

coefficienti parziali		A		M	R	
Metodo di calcolo		permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_{cu}	γ_T	
S.U.	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00
	A2+M1+R2	○	1,00	1,30	1,00	1,60
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,00	1,30
	SISMA	○	1,00	1,00	1,00	1,30
DM88		○	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		●	1,00	1,00	1,00	1,30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

Palo corto:
$$H = 9c_u d^2 \left(\frac{L}{d} - 1.5 \right)$$

Palo intermedio:
$$H = -9c_u d^2 \left(\frac{L}{d} + 1.5 \right) + 9c_u d^2 \sqrt{2 \left(\frac{L}{d} \right)^2 + \frac{4 M_y}{9 c_u d^3} + 4.5}$$

Palo lungo:
$$H = -13.5c_u d^2 + c_u d^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u d^3}}$$

DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	27,00	(m)			
Diametro del palo	d =	0,80	(m)			
Momento di plasticizzazione della sezione	$M_y =$	1171,78	(kN m)			
Coesione non drenata	$c_{u, med} =$	260,00	(kPa)	$c_{u, min} =$	260,00	(kPa)
Coesione non drenata di progetto	$c_{u, med, d} =$	260,00	(kPa)	$c_{u, min, d} =$	260,00	(kPa)
Carico Assiale Permanente (G):	G =	223	(kN)			
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0	(kN)			

Palo corto:

$H1_{med} = 48297,60$ (kN) $H1_{min} = 48297,60$ (kN)

Palo intermedio:

$H2_{med} = 18821,46$ (kN) $H2_{min} = 18821,46$ (kN)

Palo lungo:

$H3_{med} = 1471,20$ (kN) $H3_{min} = 1471,20$ (kN)

$H_{med} = 1471,20$ (kN) palo lungo $H_{min} = 1471,20$ (kN) palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 865,41$ (kN)

$H_d = H_k/\gamma_T = 665,70$ (kN)

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 223,00$ (kN)

$FS = H_d / F_d = 2,99$

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

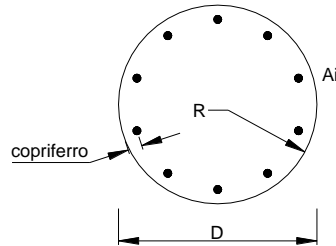
Diametro = 800 (mm)
Raggio = 400 (mm)
Sforzo Normale = 906 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

Rck = 25 (Mpa)
fck = 20 (Mpa)
 $\gamma_c = 1,0$
 $\alpha_{cc} = 0,85$

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 17,00$ (Mpa)



Acciaio

tipi di acciaio

$f_{yk} = 375$ (Mpa)
 $\gamma_s = 1$
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 375,0$ (Mpa)

$E_s = 206000$ (Mpa)

$\epsilon_{ys} = 0,182\%$
 $\epsilon_{uk} = 10,000\%$

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
22	ϕ 24	9953	80
0	ϕ 0	0	30
0	ϕ 0	0	30

Calcolo

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 1171,8$ (kN m)

Inserisci