

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTO 1- RADDOPPIO RIPALTA – LESINA

ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE – ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01

L'Appaltatore	COMPAT S.c.a.r.l. Il Direttore Tecnico	I progettisti (il Direttore della progettazione)	ING. PIRELLA TOMMASO
data	firma (Ing. Gianguido Babini)	data	firma

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I 0 7	0 1	E	Z Z	C L	S I 0 1 0 0	0 0 1	D	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione esecutiva	F.Pagliuso	Novembre 2021	F.Trovati	Novembre 2021	V.Secreti	Novembre 2021	Ing. T. Petrella
B	Revisione RDV	F.Pagliuso	Maggio 2022	M.Fabio	Maggio 2022	V.Secreti	Maggio 2022	PIRELLA TOMMASO
C	Revisione RDV	F.Pagliuso	Giugno 2022	M.Fabio	Giugno 2022	V.Secreti	Giugno 2022	PROFESSIONALE
D	Revisione RDV	F.Pagliuso	Luglio 2022	M.Fabio	Luglio 2022	V.Secreti	Luglio 2022	COL. N. 13272

File: LI0701EZZCLS10100001D

n. Elab. 225

Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	2

1	PREMESSA.....	4
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
4	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA.....	8
5	MATERIALI.....	9
6	ANALISI DEI CARICHI.....	10
6.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA.....	10
6.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI.....	10
6.2.1	<i>Spinta del terreno.....</i>	<i>10</i>
6.2.1.1	Stratigrafia e parametri geotecnici.....	11
6.2.1.2	Sovrappinta sismica.....	11
6.3	AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO.....	12
6.3.1	<i>Ripartizione dei carichi concentrati tandem.....</i>	<i>13</i>
6.3.2	<i>Spinta sui piedritti prodotta dal sovraccarico.....</i>	<i>15</i>
6.4	AZIONI TERMICHE.....	15
6.5	FORZE DI FRENATURA ED AVVIAMENTO.....	15
6.6	AZIONI SISMICHE.....	15
7	COMBINAZIONI DI CARICO.....	18
8	VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI.....	21
8.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI.....	21
8.1.1	<i>Verifica a pressoflessione.....</i>	<i>21</i>
8.1.2	<i>Verifica a taglio.....</i>	<i>22</i>
8.1.3	<i>Verifica a punzonamento.....</i>	<i>22</i>
8.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	24
8.2.1	<i>Verifiche di fessurazione.....</i>	<i>24</i>
8.2.2	<i>Verifiche delle tensioni di esercizio.....</i>	<i>25</i>
9	RISULTATI VERIFICHE.....	26

Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	3

9.1	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO.....	30
9.2	VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO SLU ED ALLO SLE.....	31
10	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	37
10.1	CAPACITÀ PORTANTE DELLE PLATEE	40
10.2	PRINCIPALI RISULTATI DI VERIFICA.....	41
11	INCIDENZA DELLE ARMATURE	44
12	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA'	44

Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	4

1 PREMESSA

Il presente documento è emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici riguardanti la "Progettazione Esecutiva del Raddoppio della Linea Ferroviaria Pescara-Bari nel tratto Termoli-Lesina", in relazione agli interventi di potenziamento delle infrastrutture nazionali previste dalla legge n. 443/2001.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento di due cunicoli a geometria scatolare stradale con sezione 1,5,00x2,00 m, a protezione delle condotte interferenti con la nuova viabilità denominata NV01.

Nei paragrafi seguenti si procederà pertanto, dopo una breve descrizione delle opere in progetto, all'esposizione di tutti i criteri generali e ipotesi alla base dei dimensionamenti effettuati e, quindi, a seguire i risultati di tutte le verifiche strutturali e geotecniche eseguite.

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	5

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Le opere oggetto di dimensionamento nel presente documento sono due cunicoli stradali a sezione rettangolare che servono da protezione alle condotte $\Phi 150$ e $\Phi 350$ che attraversano la nuova viabilità NV01.

Lo scatolare, caratterizzato da una sezione interna di dimensioni 1,50 x 2,00 m, con piedritti e solette superiore e di fondazione spessi 30 cm. I cunicoli sono lunghi 20m e 25m. Presentando la stessa sezione si effettuerà il calcolo di un solo scatolare avente lunghezza pari a 25 m.

Nelle figure seguenti si riporta una vista planimetrica, una sezione longitudinale ed una trasversale dell'opera, rimandando per ulteriori dettagli a quanto riportato negli specifici elaborati progettuali.

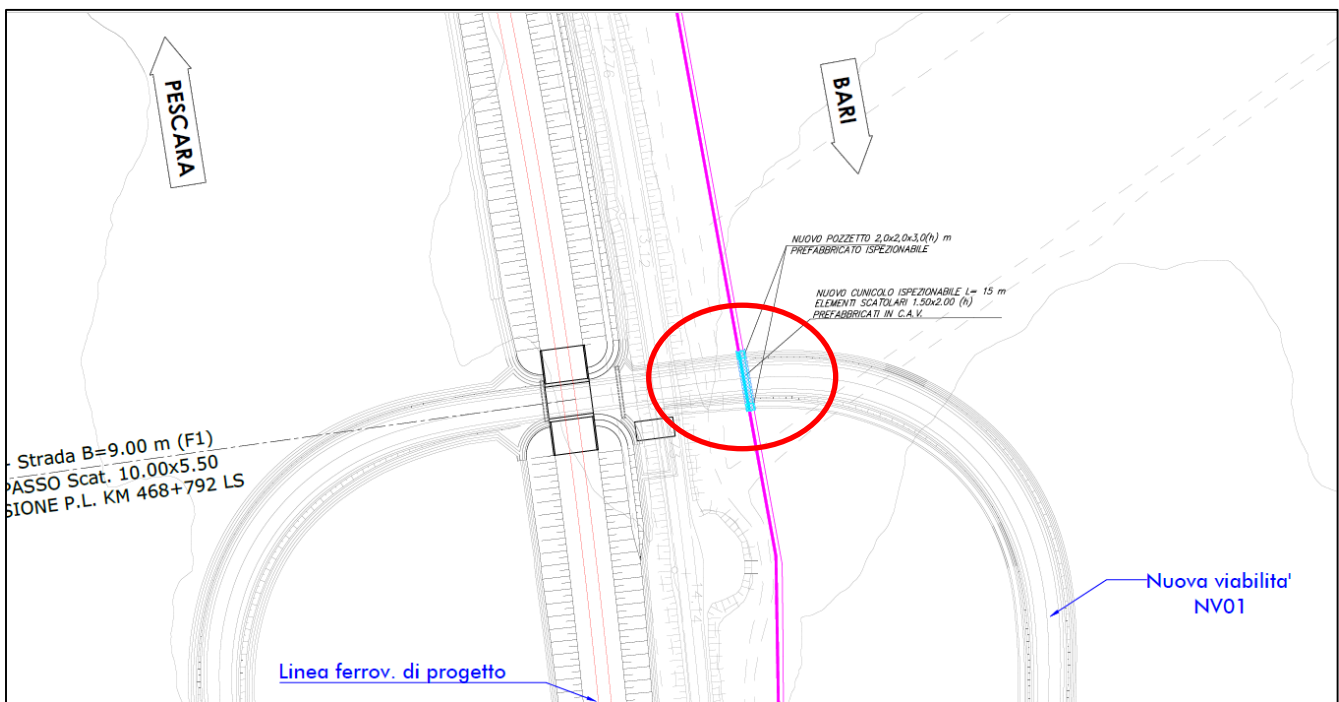


Figura 1. Vista planimetrica cunicolo L=20.00m.

Relazione di calcolo cunicoli di protezione

tubazioni NV01

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	6

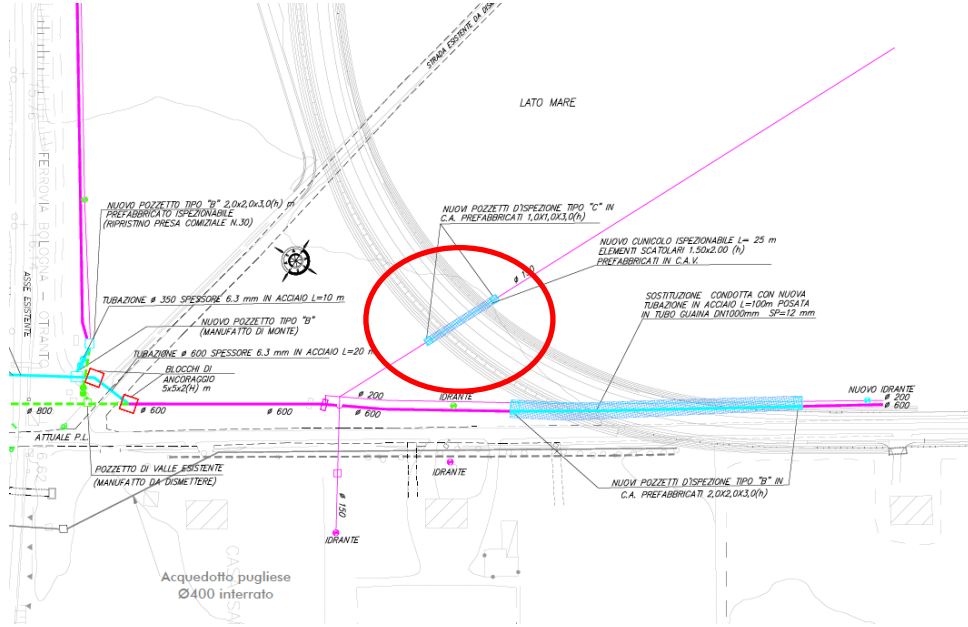


Figura 2. Vista planimetrica cunicolo L=25.00m.

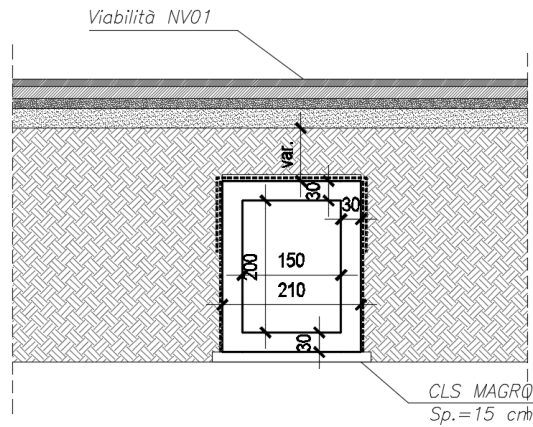


Figura 3. Sezione trasversale tipo cunicoli.

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	7

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14/01/2008 (NTC-2008);
- [N.2]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- [N.3]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.
- [N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- [N.5]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili del 22/12/2017.
- [N.6]. RFI DTC SICS SP IFS 001 B - Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili del 22/12/2017.

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
	Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01	COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA SI 01 00			PROGR 001	REV D

4 GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

Il tombino ha dimensioni interne 1,50x2,00 m, con piedritti e solette spessi 30 cm. Nel seguito sarà esaminato uno scatolare avente lunghezza pari a 25 m. Nella figura sottostante si riportano schematicamente la geometria e la simbologia adottata.

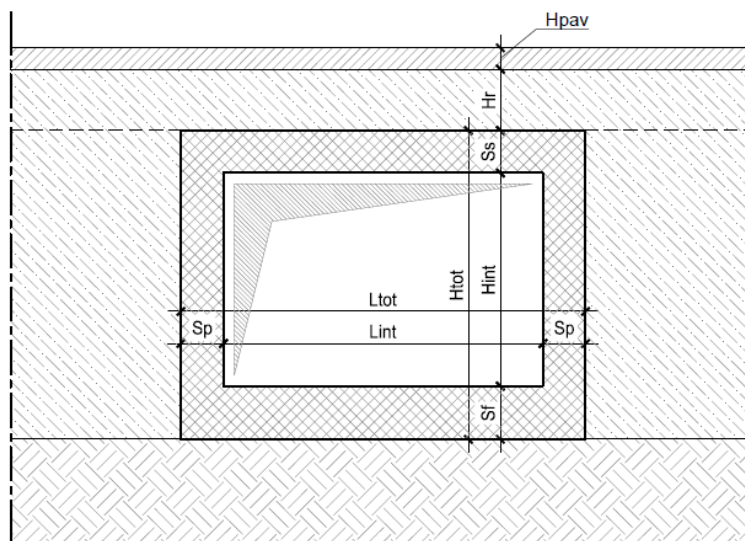


Figura 4. Schema geometrico dell'opera.

Le caratteristiche geometriche risultano:

Geometria della struttura

Spessore della pavimentazione stradale	Hpav	0.20
Spessore del ricoprimento massimo	Hr,max	0.50
Spessore dello strato protettivo	Hsp	0.00
Larghezza interna dello scatolare	Lint	1.50
Altezza interna dello scatolare	Hint	2.00
Spessore della soletta superiore	Ss	0.30
Spessore dei piedritti	Sp	0.30
Spessore della soletta di fondazione	Sf	0.30
Altezza totale dello scatolare	Htot	2.60
Larghezza totale dello scatolare	Ltot	2.10

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	9

5 MATERIALI

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI:	
CALCESTRUZZO: C30/37 - $R_{ck} \geq 37$ MPa - CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA: S3-S4 - CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE: XC3 - COPRIFERRO=4cm - DIAMETRO MASSIMO INERTI: 25 mm	CALCESTRUZZO MAGRONE: - $R_{cm} \geq 15$ MPa - CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE: X0

Figura 5. Caratteristiche dei materiali

I materiali, ai fini del calcolo delle sollecitazioni, sono considerati omogenei ed isotropi e sono definiti dalle seguenti caratteristiche: peso per unità di volume, modulo elastico, coefficiente di Poisson, coefficiente di dilatazione, e tutte le caratteristiche meccaniche, utili alle verifiche strutturali dettate dalla normativa. Il comportamento è definito dai noti modelli costitutivi utilizzati in tecnica delle costruzioni e prescritti anche dalle NTC 2008. In particolare i legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono del tipo elastico non lineare:

- Legame parabola rettangolo per il cls;

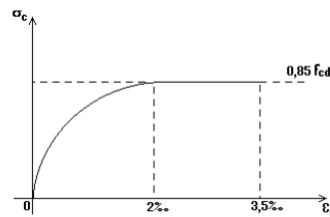


Figura 6. Legame costitutivo calcestruzzo

- Legame elastico perfettamente plastico per l'acciaio

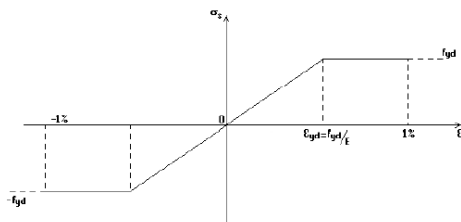


Figura 7. Legame costitutivo acciaio

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	10

6 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 dei materiali da costruzione e del terreno sono riportati nella tabella sottostante.

Materiale	γ [daN/mc]	ϕ [°]
Calcestruzzo armato	2500	-
Pavimentazione stradale	2400	-
Strato protettivo	2400	-
Terreno di ricoprimento	2000	23
Terreno a ridosso dei piedritti	2000	23

6.1 Peso proprio della struttura

Il peso proprio delle solette e dei piedritti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo $\gamma=25$ kN/m³.

Elemento	Sigla	Peso [daN/mq]
Soletta superiore	Pss	750
Soletta inferiore	Psi	750
Piedritti	Pp	750

6.2 Carichi permanenti portati

Si riportano i carichi permanenti portati dalla soletta di copertura:

Elemento	Sigla	Peso [daN/mq]
Peso pavimentazione stradale	Ppav	480
Peso del ricoprimento	Pr	1000
Peso dello strato protettivo	Psp	0,00
Peso permanente portato totale	Ptot	1480

All'interno di questa famiglia, oltre ai carichi già citati, verrà considerato la spinta che il terreno esercita sul piedritto.

6.2.1 Spinta del terreno

La spinta che il terreno esercita sui piedritti è determinata a partire dai parametri geotecnici del sito. A vantaggio di sicurezza si considererà la situazione più gravosa che prevede il cunicolo totalmente interrato per un'altezza di ricoprimento pari $H_{r,max}$. Essa verrà quindi considerata, per via della presenza del terreno superiormente e per via dell'incremento dovuto alla presenza del sisma, ad andamento trapezoidale.

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	11

6.2.1.1 Stratigrafia e parametri geotecnici

Sulla base delle indagini svolte, sintetizzate nei profili geotecnici lungo linea, per la verifica dei pozzetti tipo A,B e C si utilizzerà la seguente stratigrafia:

- Terreno di fondazione : **Unità 6AL**
- Descrizione: Argille limose e limi argillosi:
 - Coesione efficace $c' = 5 \text{ kPa}$
 - Resistenza non drenata $c_u = 100 \text{ kPa}$
 - Angolo di resistenza al taglio $\varphi = 23^\circ$
 - Peso per unità di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

6.2.1.2 Sovrappinta sismica

In aggiunta, stante la geometria definita precedentemente, la stratigrafia considerata ed i parametri sismici della zona, la spinta risultante che il terreno esercita sui setti, viene direttamente calcolata dal software a partire da alcuni dati di input. In particolare il CDSWin opera utilizzando l'approccio pseudo-statico di Mononobe-Okabe

Spinte indotte dal sisma **Approccio pseudo-statico (Mononobe-Okabe)**

$$P_{AE} = \frac{1}{2} k_{AE} \gamma H^2 (1 - k_v) \quad \psi = \arctan \frac{k_h}{1 - k_v}$$

$$k_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta - \psi)}{\cos \psi \cdot \cos^2 \theta \cdot \cos(\delta + \theta + \psi) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \sin(\varphi - \beta - \psi)}{\cos(\delta + \theta + \psi) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

S_a , applicata H/3; $P_{AE} - S_a$, applicata H/2

Figure 8. Spinte indotte dal sisma

in cui:

- PAE è la spinta complessiva (statica + sismica);
- k_h è il coefficiente sismico orizzontale pari, in accordo al punto 7.11.3.5.2 delle NTC'08, a:

$$k_h = \beta_s * \frac{a_{max}}{g}$$

dove:

- $\beta_s = 1$ per setti contro terra;

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	12

- a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- k_v è il coefficiente sismico verticale posto pari a 0 per assenza di spinta verticale;
- S_a è la spinta statica;
- H è l'altezza della parete.

Fatte queste considerazioni, il valore totale della spinta del terreno sui piedritti sono contenute nelle tabelle successive.

6.3 Azioni variabili da traffico

In conformità alla normativa di riferimento, si prendono in considerazione i carichi mobili per ponti di 1° categoria di seguito riportati:

- prima colonna di carico costituita da due carichi assiali $Q_{1k}=300$ kN e un carico uniformemente distribuito $q_{1k}=9$ kN/m² su una larghezza convenzionale pari a 3,00m;
- seconda colonna di carico, analoga alla precedente, ma con carichi rispettivamente pari a $Q_{2k}=200$ kN e $q_{2k}=2,5$ kN/m²;
- terza colonna di carico, analoga alla precedente, ma con carichi rispettivamente pari a $Q_{3k}=100$ kN e $q_{3k}=2,5$ kN/m²;
- quarta colonna di carico e/o area rimanente costituita da un carico uniformemente distribuito pari a $q_{rk}=2,5$ kN/m².

I valori dei carichi stradali forniti dalle vigenti NTC2008 sono già comprensivi degli incrementi di natura dinamica. La dimensione delle impronte dei carichi tandem e la loro posizione relativa sono:

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	14

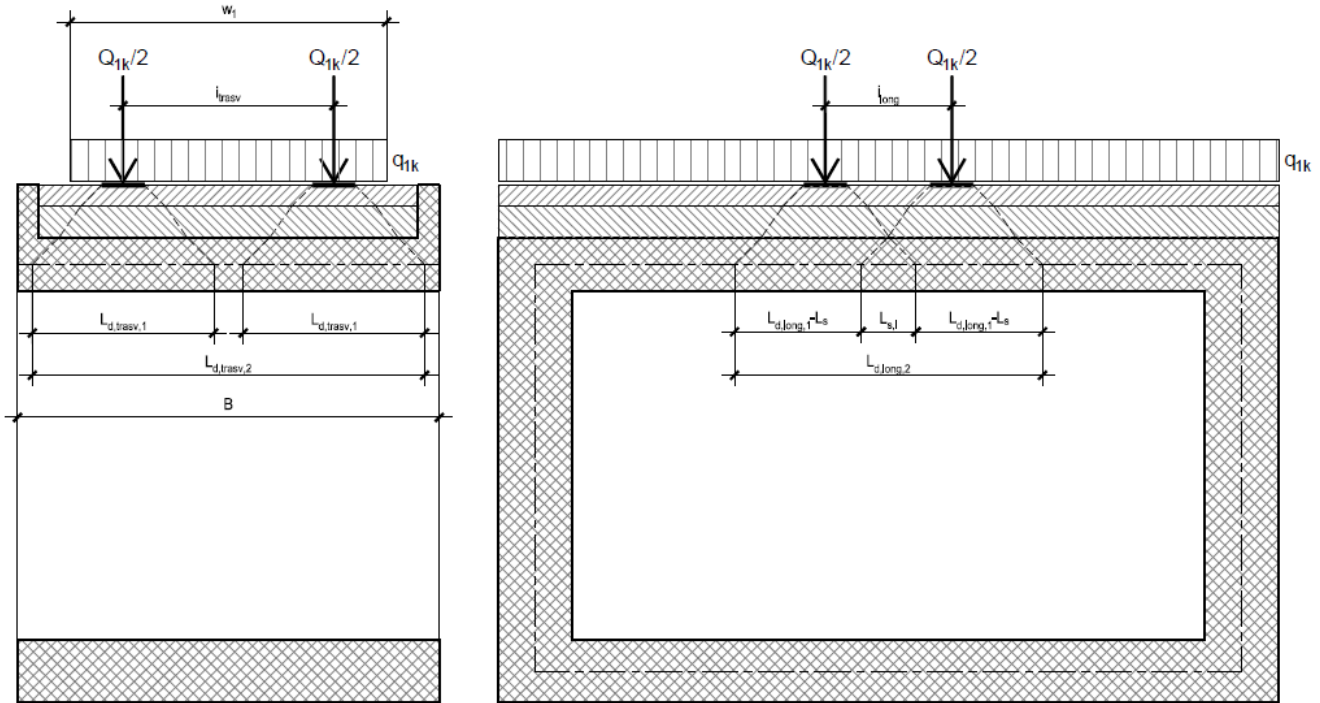


Figura 9. Diffusione in direzione trasversale e longitudinale del carico tandem.

Stante la geometria della sezione si considera la presenza di un solo asse di carico in direzione del senso di marcia, considerando un carico distribuito sulla soletta di copertura pari a 8042 daN/m (vedi tabella seguente).

<i>Carico tandem</i>	Q_{1k}	=	30000
<i>Carico distribuito</i>	q_{1k}	=	900
<i>Larghezza impronta di carico in direzione trasversale</i>	b_{trasv}	=	0.40
<i>Larghezza impronta di carico in direzione longitudinale</i>	b_{long}	=	0.40
<i>Interasse trasversale dei carichi concentrati</i>	l_{trasv}	=	2.00
<i>Interasse longitudinale dei carichi concentrati</i>	l_{long}	=	1.20
<i>Larghezza di diffusione del carico assiale in direzione trasversale</i>	$L_{d,trasv,1}$	=	1.80
<i>Larghezza di diffusione del carico tandem in direzione trasversale</i>	$L_{d,trasv,2}$	=	3.80
<i>Larghezza di diffusione del carico assiale in direzione longitudinale</i>	$L_{d,long,1}$	=	1.80
<i>Larghezza di diffusione del carico tandem in direzione longitudinale</i>	$L_{d,long,2}$	=	3.00
<i>Larghezza di calcolo del carico assiale in direzione trasversale</i>	$L_{d,trasv,1}$	=	1.40
<i>Larghezza di calcolo del carico tandem in direzione trasversale</i>	$L_{d,trasv,2}$	=	3.00

			LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA									
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
			LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D

Larghezza di calcolo del carico tandem in direzione longitudinale $L_{d,long,2} = 1.80$

Larghezza di sovrapposizione dei carichi in direzione longitudinale $L_{s,long} = 0.60$

Carico concentrato distribuito sul piano baricentrico della soletta $q(Q_{1k}/2) = 5950$

Intensità media del carico mobile dovuto agli assi $q_m = 7140$

Carichi di progetto

Carico distribuito verticale $p_{v,d1} = 8042$

6.3.2 Spinta sui piedritti prodotta dal sovraccarico

Il sovraccarico da traffico che agisce sulla soletta di copertura provoca un incremento di spinta sui piedritti. A vantaggio di sicurezza verrà considerata una spinta pari al sovraccarico da tandem e quindi pari a 8042 daN/mq

6.4 Azioni termiche

Alla soletta superiore ed ai piedritti si applica una variazione termica uniforme pari a $\Delta T = \pm 15$ °C.

6.5 Forze di Frenatura ed Avviamento

Il portare in conto le azioni di frenature ed avviamento, da analisi effettuate, varia l'andamento del momento e del taglio ma non porta ad un incremento dei valori massimi delle sollecitazioni calcolate.

6.6 Azioni sismiche

Ai fini delle N.T.C. 2008 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta.

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	16

L'analisi sismica eseguita è di tipo statica nodale. Questa è stata svolta imponendo, come da normativa, un sistema di forze orizzontali parallele alle direzioni ipotizzate come ingresso del sisma. Tali forze, applicate in corrispondenza dei nodi, sono calcolate mediante l'espressione:

$$F_i = S_d(T_1) \times W \times \frac{L}{g} \times \frac{z_i \times W_i}{\sum z_j \times W_j}$$

dove:

- F_i è la forza da applicare al nodo i
- $S_d(T_1)$ è l'ordinata dello spettro di risposta di progetto
- W è il peso sismico complessivo della costruzione
- L è un coefficiente pari a 0,85 se l'edificio ha meno di tre piani e se $T_1 < T_c$, pari ad 1,0 negli altri casi
- g è l'accelerazione di gravità
- W_i e W_j sono i pesi delle masse sismiche ai nodi i e j
- z_i e z_j sono le altezze dei nodi i e j rispetto alle fondazioni

Le forze orizzontali così calcolate vengono ripartite fra gli elementi irrigidenti. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici e con il 30% di quelle del sisma ortogonale per ottenere le sollecitazioni di verifica.

In accordo con quanto riportato nel D.M. del 2008, si riportano i parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica ed a seguire lo spettro elastico di progetto:

PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	75	Classe d' Uso	III Cu=1.5
Longitudine Est (Grd)	15,17217	Latitudine Nord (Grd)	41,53114
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Utente	Sistema Costruttivo Dir.2	Utente
Regolarita' in Altezza	NO(KR=.8)	Regolarita' in Pianta	NO
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilita' Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	68,00
Accelerazione Ag/g	0,08	Periodo T'c (sec.)	0,33
Fo	2,51	Fv	0,94
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,91
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	113,00
Accelerazione Ag/g	0,10	Periodo T'c (sec.)	0,34
Fo	2,55	Fv	1,07
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,17
Periodo TC (sec.)	0,51	Periodo TD (sec.)	1,99

Relazione di calcolo cunicoli di protezione

tubazioni NV01

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	17

PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.

Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	1068,00
Accelerazione Ag/g	0,23	Periodo T'c (sec.)	0,40
Fo	2,51	Fv	1,61
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,36	Periodo TB (sec.)	0,19
Periodo TC (sec.)	0,57	Periodo TD (sec.)	2,51
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 1			
Fattore di comportam 'q'	1,00		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 2			
Fattore di comportam 'q'	1,00		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50

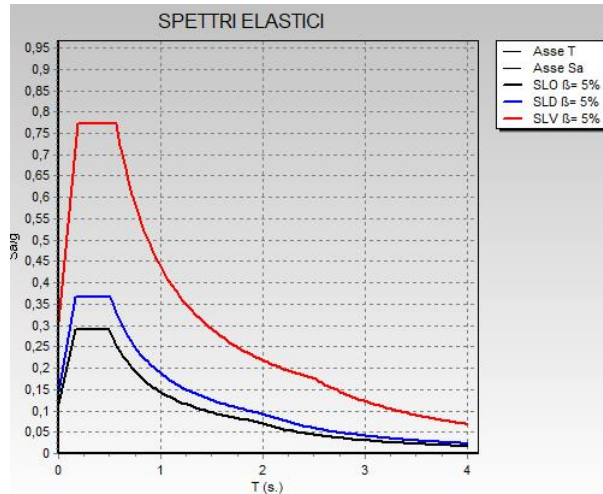


Figura 10 – Spettri di progetto elastici

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	18

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si riportano per comodità le combinazioni delle azioni riportate nella normativa ponti alla quale è possibile fare riferimento per la simbologia adottata:

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

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite esercizi (SLE) irreversibili:

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

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite esercizi (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} + \psi_{13} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

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

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

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

dove:

$$E = \pm 1,00 \cdot E_Y \pm 0,30 \cdot E_Z \text{ oppure } E = \pm 0,30 \cdot E_Y \pm 1,00 \cdot E_Z$$

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

Gli effetti dei carichi variabili da traffico vengono combinati con le altre azioni adottando i coefficienti di cui alla Tabella 5.1.V delle NTC '08. In particolare, per ogni gruppo, viene individuata una azione dominante che verrà considerata per intero; per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione di carico alla quale la struttura dovrà essere verificata. I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti. In particolare per il calcolo della struttura scatolare si fa riferimento alla combinazione A1-STR. Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico stradale sono combinate con un coefficiente $\psi_2=0,0$ coerentemente con l'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

LINEA PESCARA – BARI
**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**
Relazione di calcolo cunicoli di protezione
tubazioni NV01

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	19

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ³⁰	A1	A2
Azioni permanenti g ₁ e g ₃	favorevoli	γ _{G1} e γ _{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g ₂	favorevoli	γ _{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ _Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ _{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ _{c1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	γ _{c2}, γ_{c3}, γ_{c4}}}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

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

Si riportano di seguito le combinazioni di carico allo SLU ed allo SLE utilizzate nelle calcolazioni.

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.															
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Peso Strutturale	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Perm.Non Strutturale	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Traffico	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Corr. Tors. dir. 0	0,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	
Masse conc. dir. 0	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	
Masse conc. dir. 90	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.															
DESCRIZIONI	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Traffico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 0	1,00	-1,00	1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30
Corr. Tors. dir. 90	-0,30	0,30	0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00
Masse conc. dir. 0	-1,00	-1,00	-1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Masse conc. dir. 90	-0,30	-0,30	-0,30	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.				
DESCRIZIONI	30	31	32	33
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00
Traffico	0,00	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 0	-0,30	0,30	-0,30	0,30
Corr. Tors. dir. 90	-1,00	-1,00	1,00	1,00
Masse conc. dir. 0	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Masse conc. dir. 90	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Traffico	1,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Masse conc. dir. 0	0,00
Masse conc. dir. 90	0,00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Traffico	0,75
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Masse conc. dir. 0	0,00
Masse conc. dir. 90	0,00

VIA
INGEGNERIA

HYpro HUB

VIOTOP mef
INFRASTRUCTURES ENGINEERING S.p.A.

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo cunicoli di protezione

tubazioni NV01

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	20

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Traffico	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Masse conc. dir. 0	0,00
Masse conc. dir. 90	0,00

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	21

8 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

Per le verifiche strutturali dei Pozzetti ci si è avvalso del software CDS-Win della S.T.S. srl. L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all'indirizzo: <http://www.stsweb.it/area-utenti/test-validazione.html>

Per quanto riguarda il caso studio, i pozzetti sono stati modellati con il metodo degli elementi finiti utilizzando elementi strutturali bidimensionali utilizzando un modello finito a 3 o 4 nodi di tipo shell che modella sia il comportamento membranale (lastra) che flessionale (piastra). Tale elemento finito di tipo isoparametrico è stato modellato con funzioni di forma di tipo polinomiale che rappresentano una soluzione congruente ma non esatta nello spirito del metodo FEM.

Le verifiche degli elementi bidimensionali, condotte con il metodo degli stati limite (SLU e SLE), sono state effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio.

8.1 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

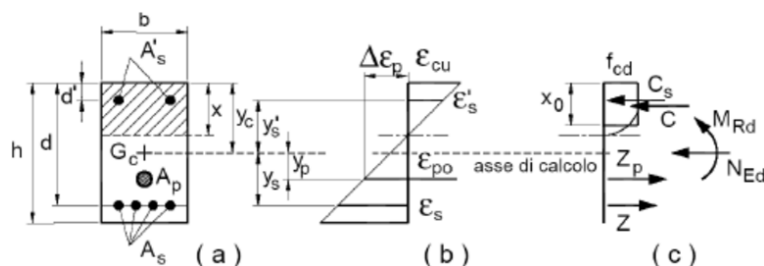
8.1.1 Verifica a pressoflessione

La verifica sugli elementi verticali (diaframmi) e orizzontali (solette) viene condotta facendo riferimento alla deformazione limite raggiungibile nelle fibre piu' sollecitate, in presenza o meno di sforzo assiale di compressione. Il calcolo si basa sull'assunzione dei diagrammi di calcolo a tensione-deformazione del calcestruzzo e dell'acciaio previsti dalla normativa.

Con riferimento alla sezione pressoinflessa, sotto rappresentata assieme ai diagrammi di deformazione e di sforzo così come dedotti dalle ipotesi e dai modelli $\sigma - \epsilon$, la verifica di resistenza (SLU) viene eseguita controllando che:

$$\epsilon_{cu} \geq \epsilon_c$$

$$\epsilon_{su} \geq \epsilon_s$$



dove:

			LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
			LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	22

- ϵ_{cu} è la deformazione limite del calcestruzzo pari allo 0,35%;
- ϵ_{su} è la deformazione limite dell'acciaio pari all'1%;
- ϵ_c è la deformazioni di calcolo del calcestruzzo;
- ϵ_s è la deformazione di calcolo dell'acciaio.

8.1.2 Verifica a taglio

La verifica a taglio viene condotta per gli elementi senza armature trasversali resistenti a taglio mediante l'espressione fornita dalla normativa:

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

dove:

- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$ $v_{\min} = 0,035k^3/2f_{ck}^{1/2}$
- d altezza utile della sezione (in mm);
- $\rho_l = A_{sl} / (bwd)$ rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);
- $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);
- b_w larghezza minima della sezione (in mm).

Nel caso in cui tale verifica non sia soddisfatta, occorre procedere alla seconda verifica, quella prevista per gli elementi con armatura trasversali resistenti a taglio.

8.1.3 Verifica a punzonamento

La verifica a punzonamento viene condotta secondo quanto specificato nell'Eurocodice 2 al paragrafo 6.4.

Il procedimento di calcolo per il taglio-punzonamento si fonda sulle verifiche alla faccia del pilastro e al perimetro di verifica di base u_1 . Nel caso di fondazioni, rispetto a quello delle piastre dove si assume che il perimetro di verifica di base sia posto a distanza $2d$, a causa della presenza della pressione verticale di contatto col terreno, l'inclinazione del cono di punzonamento è molto maggiore che nelle piastre e pertanto come riportato in letteratura viene assunto pari a 45° .

Nel calcolo della forza normale sollecitante si è utilizzata l'espressione:

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$$

dove:

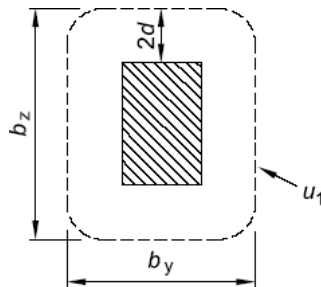
		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	23

- V_{Ed} è la forza tagliante applicata (uguale allo sforzo normale trasmesso dal pilastro)
- ΔV_{Ed} è la forza netta rivolta verso l'alto all'interno del perimetro di verifica considerato, pari alla risultante della pressione di contatto del terreno

Se lo sforzo normale trasmesso dal pilastro è accompagnato anche da sollecitazioni flettenti, si introduce il fattore β che amplifica lo sforzo normale. Tale fattore, per pilastri rettangolari interni, se il carico è eccentrico in entrambe le direzioni, può essere valutato con la seguente espressione:

$$\beta = 1 + 1,8 \sqrt{\left(\frac{e_y}{b_z}\right)^2 + \left(\frac{e_z}{b_y}\right)^2}$$

dove e_y e e_z sono le eccentricità M_{Ed}/V_{Ed} secondo gli assi y e z rispettivamente; b_y e b_z sono le dimensioni del perimetro di verifica u_1 :



Prima di tutto si verifica la necessità di una armatura a punzonamento, confrontando la tensione di taglio-punzonamento con la resistenza di progetto v_{Rd} di fondazioni prive di armatura a taglio:

$$v_{Rd} = C_{Rd,c} k (100 \rho f_{ck})^{1/3} \cdot 2d / a \geq v_{min} \cdot \frac{2d}{a}$$

dove:

- $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,18/1,50 = 0,12$;
- $K = 1 + \sqrt{(200/d)}$;
- $\rho = \sqrt{(\rho_{ly} \cdot \rho_{lz})} \leq 0,02$, con ρ_{ly} , ρ_{lz} rapporti geometrici delle armature tese nelle direzioni y e z ; tali valori sono valori medi presi considerando una larghezza di fondazione pari alla larghezza del pilastro più 3 volte d su ciascun lato;
- v_{min} è dato dalla relazione:

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	24

$$V_{\min} = 0,035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

f_{ck} è espresso in Megapascal.

Nel caso in cui sia richiesta armatura a taglio, questa verrà calcolata con l'espressione:

$$V_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d/s_r) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/(u_1 d)) \sin \alpha$$

- A_{sw} è l'area di armatura a taglio a punzonamento situata su di un perimetro intorno al pilastro [mm²];
- $f_{ywd,ef} = 250 + 0,25 \cdot d \leq f_{ywd}$ [MPa] è la resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento;
- d è la media delle altezze utili nelle due direzioni ortogonali [mm];
- α è l'angolo compreso fra l'armatura a taglio e il piano della piastra;

Inoltre dovrà essere verificata in adiacenza ai pilastri la relazione secondo la quale la resistenza a taglio-punzonamento è limitata al valore massimo di:

$$V_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_0 d} \leq V_{Rd,max}$$

dove:

- u_0 è pari allo sviluppo del perimetro del pilastro [mm]
- $V_{Rd,max}$ è pari a $0,50 \cdot v \cdot f_{cd}$ in cui $v = 0,40$.

8.2 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

La verifica in esercizio delle sezioni nei vari elementi strutturali, si articola in tre principali categorie di seguito elencate. Anche in questo caso le verifiche vengono condotte tenendo conto delle condizioni più gravose che si individuano dall'involuppo delle sollecitazioni agenti nelle diverse combinazioni di carico relative allo stato limite di esercizio considerato nelle verifiche stesse.

8.2.1 Verifiche di fessurazione

Per quanto riguarda i diaframmi e le solette, si valuterà lo stato limite di apertura delle fessure; per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

- $w_1 = 0,2$ mm

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	25

- $w_2 = 0,3 \text{ mm}$
- $w_3 = 0,4 \text{ mm}$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione. Per quanto riguarda i diaframmi e le solette, la condizione ambientale è “Aggressiva” e l’armatura è “Poco sensibile” per cui lo stato limite da verificare è quello di apertura delle fessure. In particolare bisogna verificare che, in accordo al manuale RFI, nella combinazione rara si abbia:

$$w_d \leq w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

Il valore di calcolo è dato da:

$$w_d = 1,7 w_m$$

dove $w_m = \epsilon_{sm} * \Delta_{sm}$ rappresenta l’ampiezza media delle fessure, calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d’armatura ϵ_{sm} per la distanza media delle fessure Δ_{sm} ,

8.2.2 Verifiche delle tensioni di esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio:

- Combinazione rara $\sigma_{c,ad} < 0.55 f_{ck}$
- Combinazione quasi permanente $\sigma_{c,ad} < 0.40 f_{ck}$

Tensione massima di trazione nell'acciaio nelle condizioni di esercizio:

- Combinazione rara $\sigma_{a,ad} < 0.75 f_{yk}$

La verifica di resistenza delle sezioni nei vari elementi strutturali viene condotta tenendo conto delle condizioni più gravose che si individuano dall’involuppo delle sollecitazioni agenti nelle diverse combinazioni di carico.

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	26

9 RISULTATI VERIFICHE

Di seguito si procede alla verifica dello scatolare di cui si riporta una vista relativa al modello 3D implementato sul software.

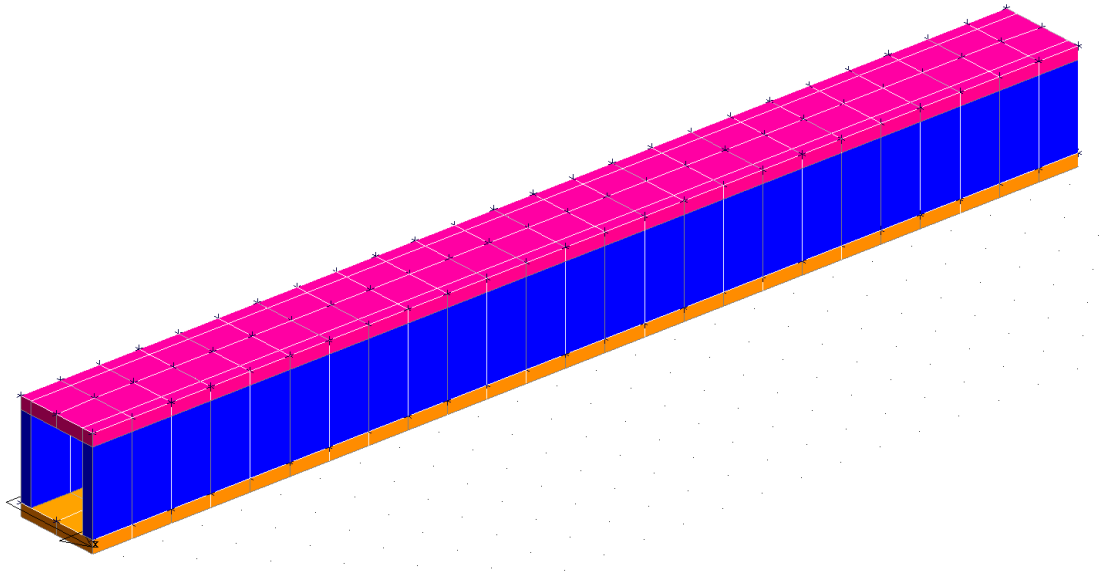


Figura 11 – Modello di calcolo 3D dello scatolare

Per quanto riguarda i carichi utilizzati nelle calcolazioni, si riportano nel seguito una serie di immagini estrapolate direttamente dal software

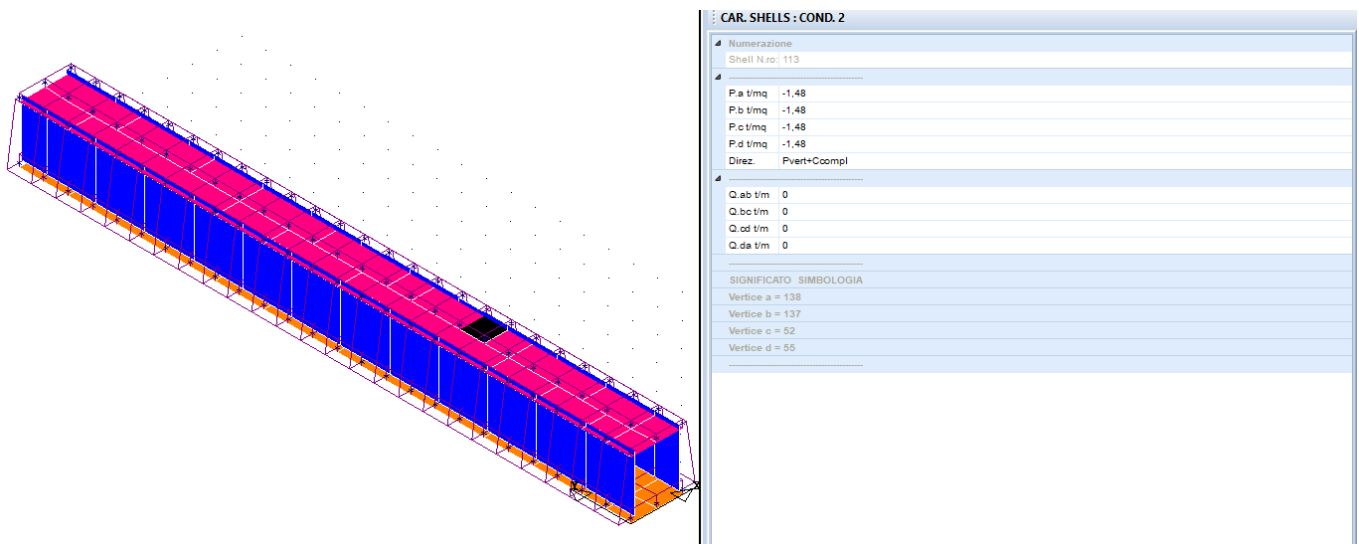
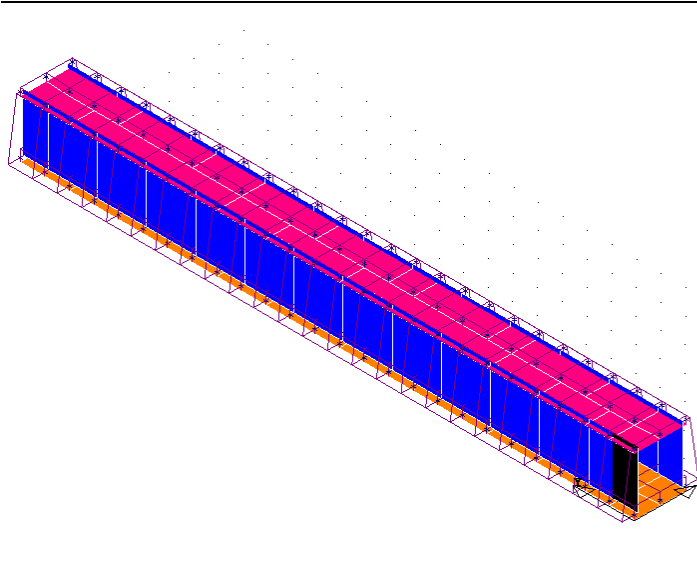


Figura 11.1 – Carico Permanente soletta superiore

Relazione di calcolo cunicoli di protezione

tubazioni NV01

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	27



CAR. SHELLS : COND. 2

Numerazione
Shell N.ro: 20

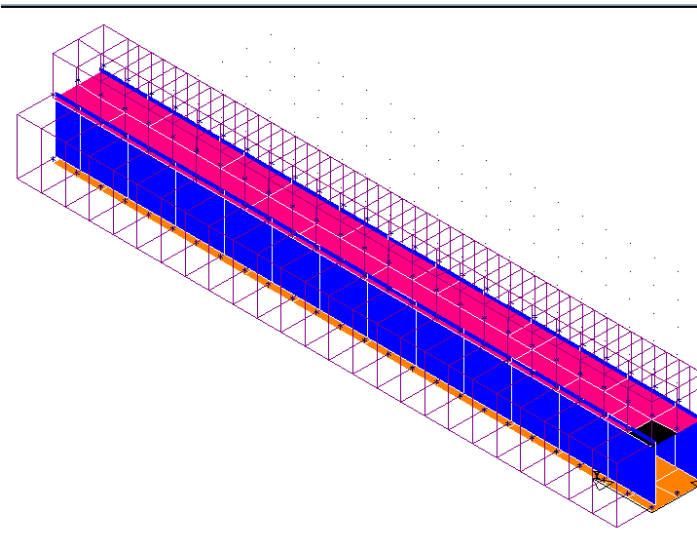
P.a t/mq -3,19
 P.b t/mq -3,19
 P.c t/mq -1,46
 P.d t/mq -1,46
 Direz. Pnorm+Overt.

Q.ab t/m 0
 Q.bc t/m 0
 Q.cd t/m 0
 Q.da t/m 0

SIGNIFICATO SIMBOLOGIA

Vertice a = 2
Vertice b = 77
Vertice c = 78
Vertice d = 4

Figura 11.2 – Carico Permanente Piedritti



CAR. SHELLS : COND. 3

Numerazione
Shell N.ro: 147

P.a t/mq -8,042
 P.b t/mq -8,042
 P.c t/mq -8,042
 P.d t/mq -8,042
 Direz. Pnorm+Overt.

Q.ab t/m 0
 Q.bc t/m 0
 Q.cd t/m 0
 Q.da t/m 0

SIGNIFICATO SIMBOLOGIA

Vertice a = 78
Vertice b = 155
Vertice c = 133
Vertice d = 4

Figura 11.3 – Carico da Tandem Soletta superiore e piedritti

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	28

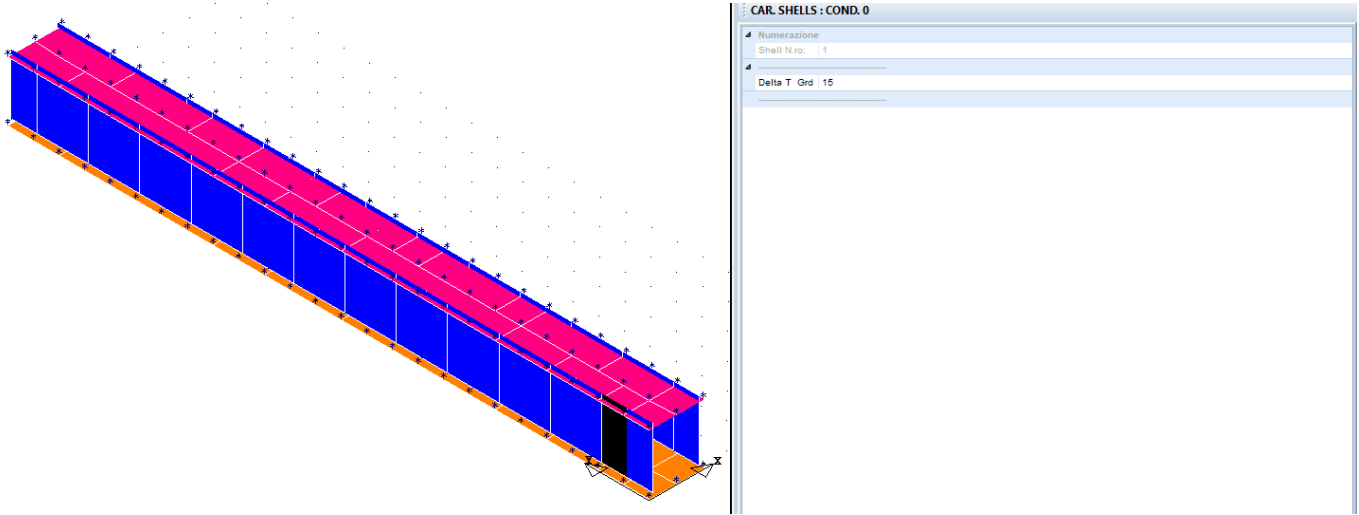


Figura 11.4 – Carico termino piedritti e soletta superiore

Per una corretta interpretazione dei risultati, si riporta dapprima la spiegazione delle sigle usate nelle varie tabelle di stampa.

Verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

- Quota N.ro:** *Quota a cui si trova l'elemento*
- Perim. N.ro** : *Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica*
- Nodo 3d N.ro** : *Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi*
- Nx** : *Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale (il sistema di riferimento locale è quello delle armature)*
- Ny** : *Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale*
- Txy** : *Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)*
- Mx** : *Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy*
- My** : *Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy*
- Mxy** : *Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y)*
- εcx *10000** : *Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. 0.35% = 35)*
- εcy *10000** : *Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. 0.35% = 35)*
- εfx *10000** : *Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)*
- εfy *10000** : *Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)*
- Ax superiore** : *Area totale armatura superiore diretta lungo x. Area totale è l'area della presso-flessione più l'area per il taglio riportata dopo)*

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	29

- Ay superiore** : Area totale armatura superiore diretta lungo y
- Ax inferiore** : Area totale armatura inferiore diretta lungo x
- Ay inferiore** : Area totale armatura inferiore diretta lungo y
- Atag** : Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
- σ** : Tensione massima di contatto con il terreno
- Eta** : Abbassamento verticale del nodo in esame
- Fpunz** : Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dall'involuppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento è stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo
- FpunzLi** : Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15
- Apunz** : Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.52) dell'eurocodice 2
- VEd** : Azione di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2
- VRd,max** : Resistenza di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2

Nel caso di stampa di verifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle ε vengono sostituite con:

- Molt.** : Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y
- x/d** : Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro rispettivamente nelle direzioni X e Y

Verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite di esercizio

- Quota** : Quota a cui si trova l'elemento
- Perim.** : Numero identificativo del macro-elemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
- Nodo** : Numero del nodo relativo alla suddivisione del macro-elemento in microelementi
- Comb Cari** : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti
- Fes lim** : Fessura limite espressa in mm
- Fess.** : Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla
- Dist mm** : Distanza fra le fessure
- Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
- Mf X** : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
- Mf Y** : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N Y** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
- Cos teta** : Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione
- Sin teta** : Seno dell'angolo teta

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	30

- Combina Carico** : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls
- s lim** : Valore della tensione limite in Kg/cm²
- s cal** : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm² sulla faccia di normale x
- Conbin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
- Mf X** : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
- s cal** : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm² sulla faccia di normale y
- Conbin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
- Mf Y** : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale
- N Y** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale

9.1 Sollecitazioni di calcolo

Si riportano di seguito, le deformate e ,sotto forma di colormap, i valori della tensione ideale per la combinazione fondamentale ed, a titolo di esempio, per una combinazione sismica.

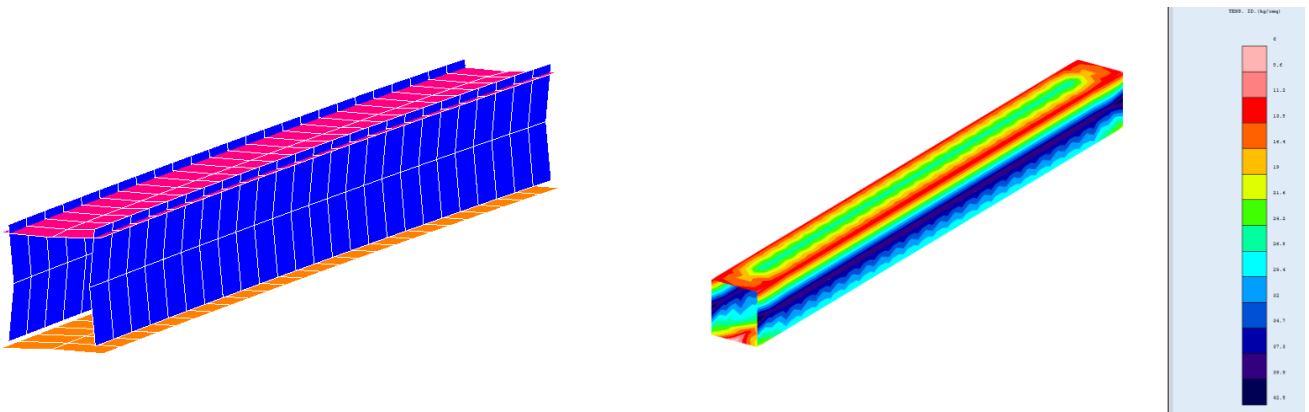


Figura 12 – Deformata e Colormap della tensione ideale per la combinazione fondamentale

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	31

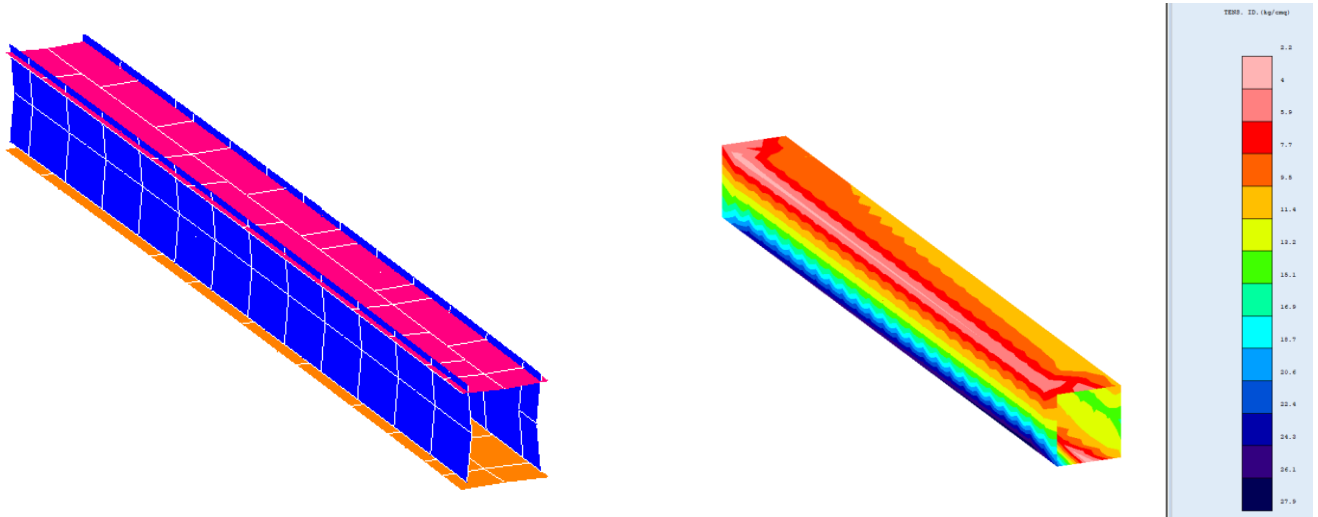


Figura 13 – Deformata e Colormap della tensione ideale per una combinazione sismica

9.2 Verifiche di resistenza allo SLU ed allo SLE

Si riportano nel seguito i risultati delle verifiche allo SLU ed allo SLE dapprima sotto forma di colormap riassuntiva ed a seguire sotto forma di tabulati di calcolo. Si precisa che l'indicazione del coefficiente di sicurezza è da "cercare" nella colonna "Molt" mentre l'armatura disposta, indicata per ml di lunghezza, nelle colonne "Ax s (Area di armatura in direzione x, superiore)", "Ax i", "Ay s", "Ay i" e "Atag (area a taglio)". A riguardo di quest'ultime si sottolinea che, ad esempio, un'area di 13,3 cmq (come indicato in tabella) corrisponde ad un'armatura $\phi 16/15$.

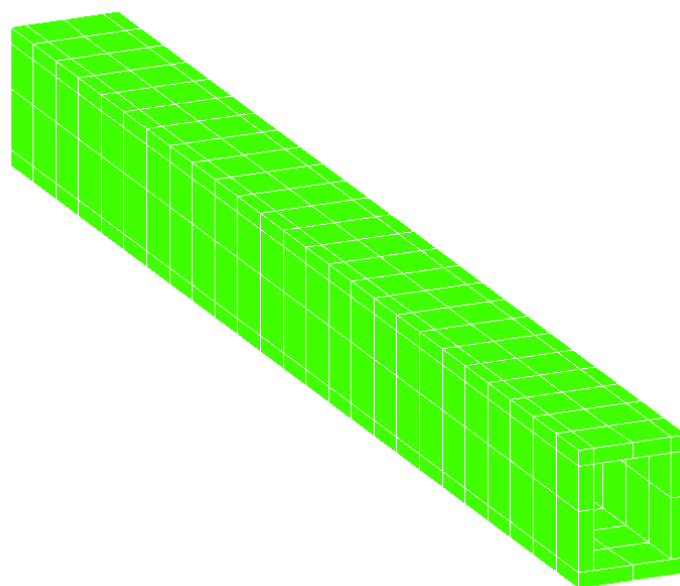


Figura 14 – Risultato verifiche sotto forma di colormap



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 - RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo cunicoli di protezione

tubazioni NV01

Table with columns: COMMESSA, LOTTO, FASE, ENTE, TIPO DOC, OPERA 7 DISCIPLINA, PROGR, REV, FOLGIO. Values: LI07, 01, E, ZZ, CL, SI, 01, 00, 001, D, 32

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Table with columns: Quo N.r, P. Nr, Nod3d N.ro, Nx Kg/m, Ny Kg/m, Txy Kg/m, Mx kgm/m, My kgm/m, Mxy kgm/m, Molt Direz. X, x/d, Molt Direz. Y, Ax s, Ay s, Axi cmg/m, Ay i, Atag, sigma kg/cmq, eta mm, Fpunz. kg, FpnzLi kg, Apunz cmq

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1

Table with columns: Quo N.r, P. Nr, Nod3d N.ro, Nx Kg/m, Ny Kg/m, Txy Kg/m, Mx kgm/m, My kgm/m, Mxy kgm/m, Molt Direz. X, x/d, Molt Direz. Y, Ax s, Ay s, Axi cmg/m, Ay i, Atag, sigma kg/cmq, eta mm, Fpunz. kg, FpnzLi kg, Apunz cmq

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Table with columns: Quo N.r, P. Nr, Nod3d N.ro, Nx Kg/m, Ny Kg/m, Txy Kg/m, Mx kgm/m, My kgm/m, Mxy kgm/m, Molt Direz. X, x/d, Molt Direz. Y, Ax s, Ay s, Axi cmg/m, Ay i, Atag, sigma kg/cmq, eta mm, Fpunz. kg, FpnzLi kg, Apunz cmq

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1

Table with columns: Quo N.r, P. Nr, Nod3d N.ro, Nx Kg/m, Ny Kg/m, Txy Kg/m, Mx kgm/m, My kgm/m, Mxy kgm/m, Molt Direz. X, x/d, Molt Direz. Y, Ax s, Ay s, Axi cmg/m, Ay i, Atag, sigma kg/cmq, eta mm, Fpunz. kg, FpnzLi kg, Apunz cmq

S.L.E. - VERIFICA FESSURAZIONE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Table with columns: Quo N.r, Per N.r, Nodo N.ro, Comb. Cari, Fes lim, Fess mm, dis mm, Co mb, MfX (t'm), NX (t), MY (t'm), NY (t), cos teta, sin teta, Combina Carico, sigma lim. Kg/cmq, sigma cal. Kg/cmq, Co mb, Mf (t'm), N (t), sigma cal. Kg/cmq, Co mb, Mf (t'm), N (t)

LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 - RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo cunicoli di protezione

tubazioni NV01

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	34

S.L.E. - VERIFICA FESSURAZIONE - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1

Quo N.r	Per N.r	Nodo N.ro	Comb. Cari	FESSURAZIONI										TENSIONI					DIREZIONE X			DIREZIONE Y		
				Fes lim	Fes mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	
1	1	153	Perm	0,2	0,00	0	2	2,5	-12,1	0,4	-0,1	0,000	0,000	PermClis	120,0	25,1	1	2,0	-9,8	6,0	1	0,4	0,1	
			RaraClis											165,0	32,1	2	2,5	-12,1	6,4	2	0,4	-0,1		
			RaraFer											3375	378	2	2,5	-12,1	135	2	0,4	-0,1		
1	1	154	Perm	0,2	0,00	0	2	1,6	-10,2	0,3	-1,5	0,000	0,000	PermClis	120,0	25,9	1	2,0	-9,7	5,1	1	0,3	-0,1	
			RaraClis											165,0	19,7	2	1,6	-10,2	4,1	2	0,3	-1,5		
			RaraFer											3375	170	2	1,6	-10,2	42	2	0,3	-1,5		
1	1	155	Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	0,0	-0,6	-4,7	0,000	0,000	PermClis	120,0	15,9	1	1,3	-8,2	3,3	1	0,2	-1,2	
			RaraClis											165,0	8,1	2	0,4	-17,9	7,1	2	-0,6	-4,7		
			RaraFer											3375	51	2	0,4	-17,9	37	2	-0,6	-4,7		
1	1	156	Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	0,0	-0,6	-4,7	0,000	0,000	PermClis	120,0	6,5	1	0,3	-14,4	5,7	1	-0,5	-3,7	
			RaraClis											165,0	8,1	2	0,4	-17,9	7,1	2	-0,6	-4,7		
			RaraFer											3375	51	2	0,4	-17,9	37	2	-0,6	-4,7		
			PermClis											120,0	6,5	1	0,3	-14,4	5,7	1	-0,5	-3,7		

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1

Gr.Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	Molt. Direz. X	Comb Direz. X	Molt. Direz. Y	Comb Direz. Y	Ax s.	Ay s.	Ax i.	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	1	1	-903	-3251	1352	918	4517	-19	14,94	3	2,82	3	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2	2,03	-5,1
1	1	5	-651	-3164	1960	896	4404	-19	14,87	3	2,89	3	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3	2,02	-5,1
1	1	9	-644	-3150	2537	891	4348	-26	14,95	3	2,93	3	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3	2,02	-5,0
1	1	10	-648	-3157	2271	894	4375	-23	14,90	3	2,91	3	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3	2,02	-5,1
1	1	20	-52	-8388	1959	961	4407	32	12,87	1	3,29	15	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,0
1	1	103	1092	-2558	1636	984	4538	95	11,11	8	2,76	8	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2	2,04	-5,1
1	1	167	-1768	-15956	2702	-1101	-5507	0	13,43	1	2,97	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,0
1	1	168	-1752	-15958	2693	-1102	-5507	0	13,40	1	2,97	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,1
1	1	169	-1752	-15958	2693	-1102	-5507	0	13,40	1	2,97	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,1
1	1	170	-1768	-15956	2702	-1101	-5507	0	13,43	1	2,97	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,0
1	1	195	-1296	-18252	2226	-826	-5796	-109	17,82	1	2,91	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,2
1	1	196	-1398	-16018	1903	-1103	-5502	1	12,87	1	2,98	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2		-5,1
1	1	197	-1475	-16002	2127	-1102	-5505	0	12,99	1	2,97	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,1
1	1	204	-1139	-16017	1313	-1103	-5484	3	12,51	1	2,99	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2		-5,1
1	1	205	-1315	-16027	1631	-1105	-5495	1	12,72	1	2,98	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2		-5,1
1	1	206	-954	-14974	928	-1024	-5442	-32	13,31	1	2,95	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,1		-5,1
1	1	207	-1282	-16210	1007	-1088	-5497	0	12,90	1	2,99	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,1		-5,1
1	1	208	-1296	-18252	2226	-826	-5796	109	17,82	1	2,91	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,2

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 2

Gr.Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	Molt. Direz. X	Comb Direz. X	Molt. Direz. Y	Comb Direz. Y	Ax s.	Ay s.	Ax i.	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	2	37	1164	-2705	1989	-998	-4650	84	10,90	13	2,70	13	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3	2,04	-5,1
1	2	41	-895	-3246	1359	-952	-4655	27	14,34	13	2,73	13	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2	2,03	-5,1
1	2	49	-636	-3110	2515	-917	-4478	26	14,47	13	2,83	13	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3	2,01	-5,0
1	2	50	-633	-3105	2735	-913	-4450	29	14,53	13	2,85	13	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3	2,01	-5,0
1	2	90	1164	-2705	1989	-998	-4650	-84	10,90	18	2,70	18	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3	2,04	-5,1
1	2	175	-1696	-19041	2407	843	5904	123	18,50	1	2,89	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,2
1	2	186	-1730	-15848	2692	1121	5606	0	13,09	1	2,89	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,0
1	2	187	-1745	-15846	2702	1121	5606	0	13,11	1	2,89	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,0
1	2	188	-1745	-15846	2701	1121	5606	0	13,11	1	2,89	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,0
1	2	189	-1730	-15848	2692	1121	5606	0	13,09	1	2,89	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,0
1	2	193	-1535	-15878	2305	1121	5605	0	12,81	1	2,89	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,1
1	2	194	-1462	-15892	2120	1121	5604	0	12,71	1	2,90	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,1
1	2	198	-1387	-15908	1894	1122	5601	0	12,60	1	2,90	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2		-5,1
1	2	199	-1147	-15906	1301	1123	5583	-3	12,27	1	2,91	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2		-5,1
1	2	200	-1384	-16076	1063	1116	5587	0	12,68	1	2,92	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,1		-5,1
1	2	201	-1097	-14555	916	1039	5503	28	13,32	1	2,88	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,1		-5,1
1	2	202	-1696	-19041	2407	843	5904	-123	18,50	1	2,89	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-5,2
1	2	203	-1305	-15917	1621	1124	5594	-1	12,46	1	2,90	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2		-5,1

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1

Gr.Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	Molt. Direz. X	Comb Direz. X	Molt. Direz. Y	Comb Direz. Y	Ax s.	Ay s.	Ax i.	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	1	1	-1279	-5363	1244	505	2457	-18	33,07	3	6,10	3	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2	1,51	-3,8
1	1	5	-1070	-5257	1811	485	2351	-18	32,98	3	6,41	3	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3	1,50	-3,8
1	1	9	-1062	-5234	2364	481	2299	-26	33,28	3	6,59	3	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3	1,50	-3,7
1	1	10	-1066	-5245	2110	483	2325	-23	33,08	3	6,50	3	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3	1,50	-3,8
1	1	20	-52	-15260	1837	961	4803	0	12,87	1	3,53	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-3,8
1	1	103	-468	-5466	622	579	2541	89	23,20	8	5,87	8	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2	1,52	-3,8
1	1	167	-1768	-15956	2518	-1101	-5507	0	13,43	1	2,97	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-3,8
1	1	168	-1752	-15958	2510	-1102	-5507	0	13,40	1	2,97	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-3,8
1	1	169	-1752	-15958	2510	-1102	-5507	0	13,40	1	2,97	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-3,8
1	1	170	-1768	-15956	2518	-1101	-5507	0	13,43	1	2,97	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-3,8
1	1	195	-1296	-18252	1058	-826	-5796	-109	17,82	1	2,91	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-3,8
1	1	196	-1398	-16018	1772	-1103	-5502	1	12,87	1	2,98	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2		-3,8
1	1	197	-1475	-16002	1984	-1102	-5505	0	12,99	1	2,97	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,3		-3,8
1	1	204	-1139	-16017	1212	-1103	-5484	3	12,51	1	2,99	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2		-3,8
1	1	205	-1315	-16027	1515	-1105	-5495	1	12,72	1	2,98	1	13,3	13,3	13,3	13,3	0,2		-3,8
1	1	206	-954	-14974	597	-1024	-5442	-32	13,31	1									



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 - RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo cunicoli di protezione

tubazioni NV01

Table with columns: COMMESSA, LOTTO, FASE, ENTE, TIPO DOC, OPERA 7 DISCIPLINA, PROGR, REV, FOLGIO. Values: LI07, 01, E, ZZ, CL, SI, 01, 00, 001, D, 35

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 2

Table with columns: Gr.Q, Gen, Nodo, Nx, Ny, Txy, Mx, My, Mxy, Molt, Comb, Molt, Comb, Ax s, Ay s, Ax i, Ay i, Atag, sigma, eta. Contains 18 rows of stress data.

S.L.E. - VERIFICA FESSURAZIONE VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1

Table with columns: GrQ, Gen, Nodo, Comb, Fes, Fess, dis, Co, MfX, NX, MfY, NY, cos, sin, Combina, sigma lim, sigma cal, DIREZIONE X, DIREZIONE Y. Contains 180 rows of crack analysis data.

S.L.E. - VERIFICA FESSURAZIONE VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 2

Table with columns: GrQ, Gen, Nodo, Comb, Fes, Fess, dis, Co, MfX, NX, MfY, NY, cos, sin, Combina, sigma lim, sigma cal, DIREZIONE X, DIREZIONE Y. Contains 180 rows of crack analysis data.

LINEA PESCARA – BARI
**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**
Relazione di calcolo cunicoli di protezione
tubazioni NV01

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	36

S.L.E. - VERIFICA FESSURAZIONE VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 2

GrQ N.r	Gen N.r	Nodo N.ro	Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	FESSURAZIONI					TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y					
								MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)
1	2	188	Freq	0,2	0,00	0	2	0,8	-1,3	4,0	-11,6	0,000	0,000	RaraFer	3375	216	2	0,8	-1,3	942	2	4,0	-11,6
			Perm											120,0	9,0	1	0,7	-1,1	48,6	1	3,3	-9,5	
			RaraClis											165,0	11,1	2	0,8	-1,3	60,1	2	4,0	-11,6	
1	2	189	Freq	0,2	0,00	0	2	0,8	-1,3	4,0	-11,6	0,000	0,000	RaraFer	3375	216	2	0,8	-1,3	942	2	4,0	-11,6
			Perm											120,0	9,0	1	0,7	-1,1	48,6	1	3,3	-9,5	
			RaraClis											165,0	11,1	2	0,8	-1,3	60,1	2	4,0	-11,6	
1	2	193	Freq	0,2	0,00	0	2	0,8	-1,1	4,0	-11,6	0,000	0,000	RaraFer	3375	216	2	0,8	-1,3	942	2	4,0	-11,6
			Perm											120,0	9,0	1	0,7	-1,0	48,6	1	3,3	-9,5	
			RaraClis											165,0	11,1	2	0,8	-1,1	60,1	2	4,0	-11,6	
1	2	194	Freq	0,2	0,00	0	2	0,8	-1,1	4,0	-11,6	0,000	0,000	RaraFer	3375	222	2	0,8	-1,1	941	2	4,0	-11,6
			Perm											120,0	9,0	1	0,7	-0,9	48,6	1	3,3	-9,5	
			RaraClis											165,0	11,1	2	0,8	-1,1	60,1	2	4,0	-11,6	
1	2	198	Freq	0,2	0,00	0	2	0,8	-1,0	4,0	-11,6	0,000	0,000	RaraFer	3375	226	2	0,8	-1,0	939	2	4,0	-11,6
			Perm											120,0	9,0	1	0,7	-0,8	48,6	1	3,3	-9,5	
			RaraClis											165,0	11,2	2	0,8	-1,0	60,0	2	4,0	-11,6	
1	2	199	Freq	0,2	0,00	0	2	0,8	-0,8	4,0	-11,6	0,000	0,000	RaraFer	3375	226	2	0,8	-1,0	939	2	4,0	-11,6
			Perm											120,0	9,0	1	0,7	-0,8	48,6	1	3,3	-9,5	
			RaraClis											165,0	11,2	2	0,8	-0,8	59,8	2	4,0	-11,6	
1	2	200	Freq	0,2	0,00	0	2	0,8	-1,0	4,0	-11,7	0,000	0,000	RaraFer	3375	225	2	0,8	-1,0	931	2	4,0	-11,7
			Perm											120,0	8,9	1	0,6	-0,8	48,4	1	3,2	-9,6	
			RaraClis											165,0	10,3	2	0,7	-0,8	59,2	2	4,0	-10,6	
1	2	201	Freq	0,2	0,00	0	2	0,7	-0,8	4,0	-10,6	0,000	0,000	RaraFer	3375	215	2	0,7	-0,8	954	2	4,0	-10,6
			Perm											120,0	8,3	1	0,6	-0,7	47,9	1	3,2	-8,7	
			RaraClis											165,0	8,4	2	0,6	-1,2	62,8	2	4,3	-13,9	
1	2	202	Freq	0,2	0,00	0	2	0,6	-1,2	4,3	-13,9	0,000	0,000	RaraFer	3375	152	2	0,6	-1,2	923	2	4,3	-13,9
			Perm											120,0	6,7	1	0,5	-1,0	50,8	1	3,4	-11,4	
			RaraClis											165,0	11,2	2	0,8	-1,0	59,9	2	4,0	-11,6	
1	2	203	Freq	0,2	0,00	0	2	0,8	-1,0	4,0	-11,6	0,000	0,000	RaraFer	3375	229	2	0,8	-1,0	937	2	4,0	-11,6
			Perm											120,0	9,0	1	0,7	-0,8	48,5	1	3,2	-9,5	

			LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
			LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	37

10 VERIFICHE GEOTECNICHE

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con il D.M. 14/01/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".

Si riporta dapprima le principali caratteristiche geotecniche utilizzate nel calcolo:

STRATIGRAFIA												
Str. N.ro	Incl Grd	Kw kg/cm ²	Num Str	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/m ³	Fi' (Grd)	C' kg/cm ²	Cu kg/cm ²	Mod.El. kg/cm ²	Poisson	Gr.Sovr (%)	Mod.Ed. kg/cm ²
1	0	5,00	1		2000	23,00	0,05	1,00	500,00	0,20	1	556,00

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno, valutata secondo Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = q N_q Y_q i_q d_q b_q g_q s_q + c N_c Y_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} G B' N_g Y_g i_g b_g s_g$$

dove:

Caratteristiche geometriche della fondazione:

q = carico sul piano di fondazione

B = lato minore della fondazione

L = lato maggiore della fondazione

D = profondità della fondazione

α = inclinazione base della fondazione

G = peso specifico del terreno

B' = larghezza di fondazione ridotta = $B - 2 e_B$

L' = lunghezza di fondazione ridotta = $L - 2 e_L$

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

H = risultante delle forze orizzontali

N = risultante delle forze verticali

e_B = eccentricità del carico verticale lungo B

e_L = eccentricità del carico verticale lungo L

F_{hB} = forza orizzontale lungo B

F_{hL} = forza orizzontale lungo L

Caratteristiche del terreno di fondazione:

β = inclinazione terreno a valle

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	38

$c = c_u =$ coesione non drenata (condizioni U)

$c = c' =$ coesione drenata (condizioni D)

$\Gamma =$ peso specifico apparente (condizioni U)

$\Gamma = \Gamma' =$ peso specifico sommerso (condizioni D)

$\phi = 0 =$ angolo di attrito interno (condizioni U)

$\phi = \phi' =$ angolo di attrito interno (condizioni D)

Fattori di capacità portante:

(Prandtl-Cauchy-Meyerhof)

$$N_g = 2(Nq + 1) \tan \phi \quad (\text{Vesic})$$

$$N_c = \frac{Nq - 1}{\tan \phi} \quad \text{in condizioni D} \quad (\text{Reissner-Meyerhof})$$

$$N_c = 5,14 \quad \text{in condizioni U}$$

Indici di rigidezza (condizioni D):

$$I_r = \frac{G}{c' + q' \tan \phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

$E =$ modulo elastico normale

$\mu =$ coefficiente di Poisson

$$I_{cr} = \frac{1}{2} \exp \left[\frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})} \right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$$Y_q = Y_g = \exp \left[\left(0,6 \frac{B}{L} - 4,4 \right) \tan \phi' + \frac{3,07 \sin \phi' \log(2I_r)}{1 + \sin \phi'} \right] \text{ in condizioni drenate, per } I_r \leq I_{cr}$$

$$Y_c = Y_q - \frac{1 - Y_q}{Nq \times \tan \phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	39

$$ig = \left(\frac{1-H}{N+B \times L \times c' \times \cot \text{ang} \phi'} \right)^{m+1}$$

$$iq = \left(\frac{1-H}{N+B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1-iq}{Nc \times \tan \phi'} \quad \text{in condizioni D}$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni U}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} \quad mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} \quad \Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \arctg \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1-dq}{Nc \times \tan \phi} \quad \text{in condizioni D}$$

$$dc = 1 + 0,4 \text{arc} \tan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni U}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$bg = \exp(-2,7\alpha \tan \phi)$$

$$bc = bq = \exp(-2\alpha \tan \phi) \quad \text{in condizioni D}$$

$$bc = 1 - \frac{\alpha}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$bq = 1 \quad \text{in condizioni U)}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$gc = gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan \beta} \quad \text{in condizioni D}$$

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	40

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$g_q = 1 \quad \text{in condizioni U}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$s_g = 1 - 0,4 \frac{B'}{L'}$$

$$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B' N_q}{L' N_c}$$

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (effetto inerziale). Tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati K_{hi} e I_{gk} , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito. L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico K_{hi} e viene portato in conto impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa. Nel caso in cui sia stato attivato il flag per tener conto degli effetti cinematici il valore I_{gk} modifica invece il solo coefficiente N_g ; il fattore N_g viene infatti moltiplicato sia per il coefficiente correttivo dell'effetto inerziale, sia per il coefficiente correttivo per l'effetto cinematico.

10.1 CAPACITÀ PORTANTE DELLE PLATEE

La verifica agli S.L.U. delle platee di fondazione risulta particolarmente difficoltosa poiché tali fondazioni spesso hanno forme non rettangolari e pertanto non è possibile valutarne la capacità portante attraverso le classiche formule della geotecnica.

Per potere valutare la portanza delle platee si è quindi implementato un tipo di verifica in cui la fondazione viene modellata per intero (potendo essere costituita, nella forma più generale, da travi rovesce, plinti, pali e platee).

In particolare, gli elementi strutturali vengono modellati in campo elastico lineare, mentre il terreno viene modellato come un letto di molle:

- lineari elastiche e non reagenti a trazione per le platee;
- molle non lineari elasto-plastiche non reagenti a trazione per le travi Winkler ed i plinti diretti.

Per le molle elastiche delle platee viene calcolato anche il limite elastico, al fine di bloccare il calcolo del moltiplicatore dei carichi qualora venga raggiunto tale limite.

Relazione di calcolo cunicoli di protezione
tubazioni NV01

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	41

Il legame di tipo elastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidità all'origine la costante di Winkler del terreno. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale. Su tale modello viene quindi condotta un'analisi non lineare a controllo di forza immettendo le forze agenti sulla fondazione.

Il calcolo viene interrotto quando le molle delle platee attingono al loro limite elastico o qualora venga raggiunto uno stato di incipiente formazione di cerniere plastiche nelle travi Winkler. In corrispondenza a tali eventi viene calcolato il moltiplicatore dei carichi.

10.2 PRINCIPALI RISULTATI DI VERIFICA

COEFFICIENTI DI PORTANZA PIASTRE WINKLER - CONDIZIONI DRENATE - S.L.U.																									
Piastr Nro	Brinch Hansen			IclTe Gc=Gq	Incl.PianoPosa			Comb N.ro	I _{gk} Sism	Coeffincl.Car.			Affondamento			Forma			Punzonamento						
	Nc	Nq	Ng		Bc	Bq	Bg			IcV	IqV	IgV	Dc	Dq	Dg	Sc	Sq	Sg	Psic	Psig	Psig				
1	18,05	8,66	8,20	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,70	0,73	0,60	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y+ A1/29	1,00	0,86	0,87	0,80	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y- A1/31	1,00	0,85	0,87	0,79	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
2	18,05	8,66	8,20	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,70	0,73	0,60	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y+ A1/29	1,00	0,86	0,87	0,80	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y- A1/31	1,00	0,85	0,87	0,79	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
3	18,05	8,66	8,20	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,70	0,73	0,60	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y+ A1/29	1,00	0,86	0,87	0,80	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y- A1/31	1,00	0,85	0,87	0,79	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
4	18,05	8,66	8,20	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,70	0,73	0,60	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y+ A1/29	1,00	0,86	0,87	0,80	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y- A1/31	1,00	0,85	0,87	0,79	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
5	18,05	8,66	8,20	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,70	0,73	0,60	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y+ A1/29	1,00	0,86	0,87	0,80	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y- A1/31	1,00	0,85	0,87	0,79	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
6	18,05	8,66	8,20	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,70	0,73	0,60	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y+ A1/29	1,00	0,86	0,87	0,80	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y- A1/31	1,00	0,85	0,87	0,79	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
7	18,05	8,66	8,20	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,70	0,73	0,60	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y+ A1/29	1,00	0,85	0,87	0,79	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y- A1/31	1,00	0,85	0,87	0,79	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
8	18,05	8,66	8,20	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,70	0,73	0,60	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y+ A1/29	1,00	0,85	0,87	0,80	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				
								Y- A1/31	1,00	0,85	0,87	0,79	1,15	1,13	1,00	1,48	1,42	0,60	1,00	1,00	1,00				

..... omissis

LINEA PESCARA – BARI
**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**
Relazione di calcolo cunicoli di protezione
tubazioni NV01

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	42

Piastr Nro	Brinch Hansen			IclTe Gc=Gq	Incl.PianoPosa			Comb N.ro	Ilg Sism	CoeffIncl.Car.			Affondamento			Forma			Punzonamento						
	Nc	Nq	Ng		Bc	Bq	Bg			IcV	IqV	IgV	Dc	Dq	Dg	Sc	Sq	Sg	Psic	Psiq	Psig				
1	5,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,82	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y+ A1/29	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y- A1/31	1,00	0,93	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
2	5,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,82	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y+ A1/29	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y- A1/31	1,00	0,93	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
3	5,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,82	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y+ A1/29	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y- A1/31	1,00	0,93	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
4	5,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,82	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y+ A1/29	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y- A1/31	1,00	0,93	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
5	5,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,82	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y+ A1/29	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y- A1/31	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
6	5,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,82	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y+ A1/29	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y- A1/31	1,00	0,93	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
7	5,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,82	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y+ A1/29	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y- A1/31	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
8	5,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00				
								X+ A1/3																	
								X- A1/15	1,00	0,82	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y+ A1/29	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			
								Y- A1/31	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,19	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00			

....omissis

CARICO LIMITE PIASTRE WINKLER - S.L.U.

IDENTIFICATIVO					DRENATE		NON DRENATE		RISULTATI						
Piastr N.ro	Nodo3d N.ro	Comb N.ro	Bx' m	By' m	GamEf kg/mc	QLimV (t)	GamEf kg/mc	QLimV (t)	N (t)	Coeff. Sicur.	Minimo CoeSic	N/Ar kg/cmq	QLim/Ar kg/cmq	Status Verifica	
1	1	A1/1	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		A1/2	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		X+ A1/3	0,00	0,00		0,0		0,0							
		X- A1/15	0,71	0,71	2000	25,1	2000	13,0							
		Y+ A1/29	0,71	0,71	2000	30,8	2000	14,8							
		Y- A1/31	0,71	0,71	2000	30,6	2000	14,7							
2	2	A1/1	0,71	0,71	2000	36,4	2000	15,9							
		A1/2	0,71	0,71	2000	36,4	2000	15,9							
		X+ A1/3	0,00	0,00		0,0		0,0							
		X- A1/15	0,71	0,71	2000	25,4	2000	13,1							
		Y+ A1/29	0,71	0,71	2000	31,2	2000	15,0							
		Y- A1/31	0,71	0,71	2000	30,9	2000	14,9							
3	5	A1/1	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		A1/2	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		X+ A1/3	0,00	0,00		0,0		0,0							
		X- A1/15	0,71	0,71	2000	25,1	2000	13,0							
		Y+ A1/29	0,71	0,71	2000	30,8	2000	14,8							
		Y- A1/31	0,71	0,71	2000	30,6	2000	14,7							

LINEA PESCARA – BARI
**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**
Relazione di calcolo cunicoli di protezione
tubazioni NV01

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	43

CARICO LIMITE PIASTRE WINKLER - S.L.U.

IDENTIFICATIVO					DRENATE		NON DRENATE		RISULTATI						
Piastr N.ro	Nodo3d N.ro	Comb N.ro	Bx' m	By' m	GamEf kg/mc	QLimV (t)	GamEf kg/mc	QLimV (t)	N (t)	Coeff. Sicur.	Minimo CoeSic	N/Ar kg/cmq	QLim/Ar kg/cmq	Status Verifica	
4	6	A1/1	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		A1/2	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		X+ A1/3	0,00	0,00		0,0		0,0							
		X- A1/15	0,71	0,71	2000	25,1	2000	13,0							
		Y+ A1/29	0,71	0,71	2000	30,8	2000	14,8							
		Y- A1/31	0,71	0,71	2000	30,6	2000	14,7							
5	9	A1/1	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		A1/2	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		X+ A1/3	0,00	0,00		0,0		0,0							
		X- A1/15	0,71	0,71	2000	25,2	2000	13,0							
		Y+ A1/29	0,71	0,71	2000	30,8	2000	14,8							
		Y- A1/31	0,71	0,71	2000	30,6	2000	14,7							
6	10	A1/1	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		A1/2	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		X+ A1/3	0,00	0,00		0,0		0,0							
		X- A1/15	0,71	0,71	2000	25,2	2000	13,0							
		Y+ A1/29	0,71	0,71	2000	30,8	2000	14,8							
		Y- A1/31	0,71	0,71	2000	30,6	2000	14,7							
7	13	A1/1	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		A1/2	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		X+ A1/3	0,00	0,00		0,0		0,0							
		X- A1/15	0,71	0,71	2000	25,2	2000	13,0							
		Y+ A1/29	0,71	0,71	2000	30,8	2000	14,8							
		Y- A1/31	0,71	0,71	2000	30,7	2000	14,7							
8	14	A1/1	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		A1/2	0,71	0,71	2000	36,0	2000	15,7							
		X+ A1/3	0,00	0,00		0,0		0,0							
		X- A1/15	0,71	0,71	2000	25,2	2000	13,0							
		Y+ A1/29	0,71	0,71	2000	30,8	2000	14,8							
		Y- A1/31	0,71	0,71	2000	30,7	2000	14,7							

..... omissis

PORTANZA GLOBALE PIASTRE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLU

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Result (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Result (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	1090	1090	1,000	0	1090	1090	1,000	0	1,000	OK
A1 / 2	1090	1090	1,000	0	1090	1090	1,000	0		OK
A1 / 3	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 4	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 5	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 6	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 7	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 8	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 9	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 10	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 11	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 12	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 13	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 14	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 15	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 16	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 17	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 18	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 19	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 20	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 21	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 22	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 23	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 24	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 25	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 26	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
Relazione di calcolo cunicoli di protezione tubazioni NV01		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	44

PORTANZA GLOBALE PIASTRE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLU										
Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 27	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 28	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 29	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 30	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 31	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 32	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 33	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK
A1 / 34	490	490	1,000	0	490	490	1,000	0		OK

11 INCIDENZA DELLE ARMATURE

Per il collettore NV01 sono previsti 17244 kg di armatura in un volume complessivo di 111 mc. Per cui si ha un'incidenza:

$$i = 156 \text{ kg/mc}$$

Per il pozzetto C sono previsti 468 kg di armatura in un volume complessivo di 3 mc. Per cui si ha un'incidenza:

$$i = 155 \text{ kg/mc}$$

OPERA	VOLUME	PESO ARMATURE	INCIDENZA
	m ³	kg	kg/m ³
Collettori NV01	111	17244	156
Pozzetto C	3	468	155

12 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA'

In accordo con le indicazioni contenute nel capitolo 10 delle NTC 2008, a commento delle verifiche riportate nei precedenti capitoli si precisa quanto segue:

- Le verifiche degli elementi strutturali, laddove eseguite con programmi di calcolo automatico, sono state effettuate mediante l'utilizzo di codici di riconosciuta affidabilità ed impiego in ambito nazionale: tali codici contengono adeguata documentazione nonché numerosi test di verifica e validazione circa l'affidabilità dei risultati ottenuti;
- I file di input ed output dei programmi, riportati nella presente relazione sono stati sottoposti a verifica mediante:
 - Controllo dei dati inseriti in merito a caratteristiche dei materiali, carichi e parametri di resistenza e deformabilità dei terreni, condizioni di vincolo imposte e coerenza con gli schemi statici rappresentati negli elaborati di progetto, nonché della successione delle fasi costruttive imposte nel progetto stesso;
 - Valutazione delle reazioni ai vincoli e verifica equilibrio globale della struttura analizzata;
 - Analisi speditiva dei risultati per confronto con schemi di calcolo semplificati oppure con i risultati ed i dimensionamenti già svolti in sede di Progetto Definitiva: questi ultimi, in particolare: hanno costituito un primario riferimento per il dimensionamento delle opere e la valutazione dei risultati, nonché per la



LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo cunicoli di protezione

tubazioni NV01

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI07	01	E	ZZ	CL	SI	01	00	001	D	45

comprensione/elaborazione del giudizio di accettabilità in presenza di eventuali scostamenti qualora osservati a motivo delle diverse ipotesi di carico/vincolo e sequenze operative imposte.