

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI 	PROGETTISTA: Prof. Ing. Marco PETRANGELI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. Piergiorgio GRASSO Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche
--	--	--

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE

VI07 – Viadotto Portella dal km 25+784 al km 25+814

Spalle: Relazione di calcolo

APPALTATORE		SCALA:
IMPRESA PIZZAROTTI & C. s.p.a. Dott. Ing. Sabino Del Balzo L. DIRETTORE TECNICO 24/02/2020		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I F 2 6	1 2	E	Z Z	CL	V I 0 7 0 4	0 0 1	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	F. Del Drago 	24/02/2020	G. Usai 	24/02/2020	P. Grasso 	24/02/2020	M. Petrangeli 24/02/2020

File: IF26.1.2.E.ZZ.CL.VI.07.0.4.001A.doc

n. Elab.:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>2 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	2 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	2 di 113								

INDICE

1. GENERALITA'	6
1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	6
1.2 UNITÀ DI MISURA	7
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	8
2.1 ELABORATI DI RIFERIMENTO	8
3. MATERIALI.....	9
3.1 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI.....	9
3.2 CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE (C 25/30).....	10
3.3 CALCESTRUZZO PER PLINTI DI FONDAZIONE (C 28/35)	12
3.4 CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI (C 32/40).....	13
3.5 CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO/SOTTOFONDAZIONI (C12/15).....	14
3.6 ACCIAIO IN BARRE D'ARMATURA PER C.A. (B450C).....	15
4. CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA	16
4.1 STRATIGRAFIA E INDAGINI IN PROSSIMITA' DELL'OPERA.....	16
4.2 CURVE DI PORTANZA DI PROGETTO A CARICO VERTICALE.....	18
4.3 COEFFICIENTE A.....	22
4.4 CARICO LIMITE PER AZIONI ORIZZONTALI	22
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	22
5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA	24
5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	25
5.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA	30
6. ANALISI DEI CARICHI	33

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>3 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	3 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	3 di 113								

6.1	CARICHI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO	33
6.1.1	<i>Pesi permanenti strutturali e non strutturali.....</i>	33
6.1.2	<i>Carichi variabili sui marciapiedi</i>	35
6.1.3	<i>Carichi variabili da traffico</i>	35
6.1.3.1	<i>Azioni da traffico ferroviario</i>	35
6.1.3.2	<i>Incremento dinamico</i>	37
6.1.3.3	<i>Contemporaneità dei treni sui binari.....</i>	39
6.1.4	<i>Azioni orizzontali da avviamento / frenatura.....</i>	39
6.1.5	<i>Forza centrifuga.....</i>	39
6.1.6	<i>Serpeggio</i>	40
6.1.7	<i>Azioni parassite dei vincoli</i>	40
6.1.8	<i>Azioni da Vento.....</i>	42
6.1.9	<i>Azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli.....</i>	48
6.1.10	<i>Tabelle riepilogo Scarichi impalcato</i>	51
6.2	SPINTA DEL TERRENO DEL RILEVATO IN CONDIZIONI STATICHE	53
6.3	SPINTA DEL SOVRACCARICO ACCIDENTALE CONDIZIONI STATICHE	54
6.4	AZIONE SISMICA	55
6.4.1	<i>Azioni sismiche sulle Spalle</i>	55
6.4.2	<i>Sovraspinta sismica del terreno.....</i>	58
7.	COMBINAZIONI DI CARICO	59
8.	CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI	63
8.1	VERIFICHE ALLO SLU	63
8.1.1	<i>Pressoflessione</i>	63
8.1.2	<i>Taglio.....</i>	64
8.2	VERIFICA SLE.....	66

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>4 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	4 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	4 di 113								

8.2.1	<i>Verifiche alle tensioni</i>	66
8.2.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	67
9.	MODELLI DI CALCOLO	68
9.1	MODELLO FEM	68
10.	ANALISI E VERIFICA SPALLA MOBILE (S1).....	73
10.1	REAZIONI GLOBALI	73
10.2	DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE	75
10.3	VERIFICHE A FLESSIONE E TAGLIO DEI MURI E DELLA FONDAZIONE	76
10.3.1	<i>Muro frontale</i>	77
10.3.2	<i>Paraghiaia</i>	79
10.3.3	<i>Muri andatori</i>	81
10.3.4	<i>Muri andatori alti</i>	83
10.3.5	<i>Plinto</i>	85
10.4	PALIFICATA.....	87
10.4.1	<i>Reazioni globali</i>	87
10.4.2	<i>Verifiche strutturali pali di fondazione</i>	88
10.4.2.1	<i>Verifiche allo SLU</i>
89		
10.4.2.2	<i>Verifiche allo SLE</i>
91		
11.	ANALISI E VERIFICA SPALLA FISSA (S2).....	93
11.1	REAZIONI GLOBALI	93
11.2	DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONE	95
11.3	VERIFICHE A FLESSIONE E TAGLIO DEI MURI E DELLA FONDAZIONE	96
11.3.1	<i>Muro frontale</i>	97

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>5 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	5 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	5 di 113								

11.3.2 Paraghiaia	99
11.3.3 Muri andatori.....	101
11.3.4 Muri andatori alti.....	103
11.3.5 Plinto	105
11.4 PALIFICATA.....	107
11.4.1 Reazioni globali	107
11.4.2 Verifiche strutturali pali di fondazione	108
11.4.2.1.....	<i>Verifiche allo SLU</i>
109	
11.4.2.2.....	<i>Verifiche allo SLE</i>
111	
12. INCIDENZE.....	113

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A	FOGLIO 6 di 113

1. GENERALITA'

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto esecutivo del Raddoppio dell'Itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella Tratta Canello–Benevento/ 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano.

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento alle sottostrutture (Spalla mobile e fissa) del Ponte VI07, previsto sull'asse principale del tracciato di progetto, tra le 25+783.90 – 25+813.90.

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto in esame è costituito da un'unica campata di luce pari a 30.00 m.

L'impalcato è costituito una travata metallica a sezione mista acciaio-cls di portata teorica pari a 28.4 m. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 13.70 m su cui gravano 2 binari posti ad interasse pari a 4.00 m, in maniera simmetrica rispetto alla mezzeria del viadotto. Per maggiori dettagli riguardanti l'impalcato si rinvia alla relazione specifica.

Le sottostrutture consistono in due spalle con fondazioni di tipo profondo su pali. La spalla indicata con "S1" è la spalla mobile mentre quella indicata con "S2" è la spalla fissa.

L'opera in oggetto è progettato per una vita nominale VN pari a 75 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso III ("Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.") ai sensi del D. Min. 14/01/2008, da cui scaturisce un coefficiente d'uso CU = 1.5.

Di seguitosi riporta la sezione longitudinale del viadotto:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	7 di 113

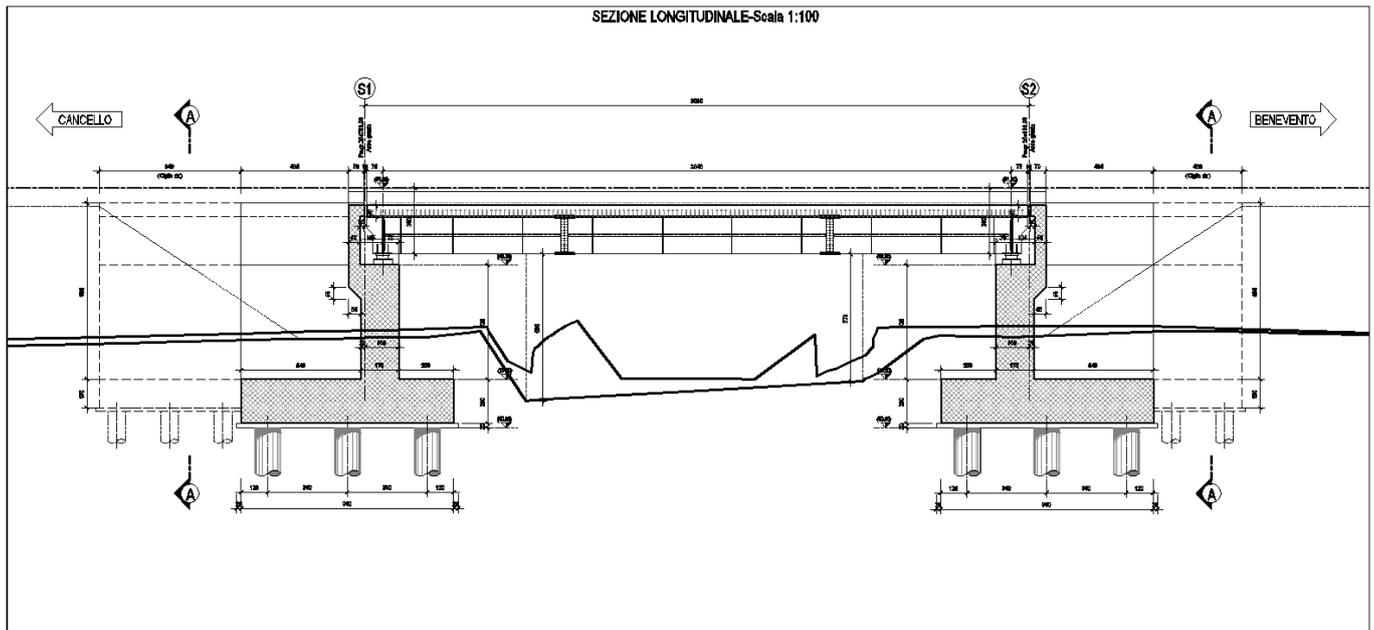
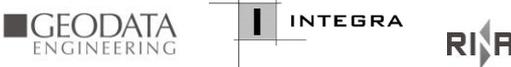


Figura 1 – Sezione Longitudinale Viadotto

1.2 Unità di misura

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

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

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>8 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	8 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	8 di 113								

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Rif. [3] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [10] 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
- Rif. [11] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [12] UNI 11104: Calcestruzzo : Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

2.1 **Elaborati di riferimento**

Costituiscono parte integrante di quanto esposto nel presente documento, l'insieme degli elaborati di progetto specifici relativi all'opera in esame e riportati in elenco elaborati.

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	V10704 001	A	9 di 113

3. MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle strutture oggetto di calcolo nell'ambito del presente documento :

3.1 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI 11104, si definiscono di seguito le classi di esposizione del calcestruzzo delle diverse parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

- Elevazioni spalle: XC4;
- Plinti e pali di fondazione: XC2;

Classe esposizione norma UNI 9958	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzo con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione Nota: Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel coperto o nell'impaccimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettono quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera tra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi/fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9958	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed ondate del mare.	0,45	C 35/45	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
6 Attacco chimico**						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contentori di fanghi e vasche di decantazione. Contentori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contentori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	

*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:
- moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione;
- elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.
**) Da parte di acque del terreno e acque fluviali.

Classi di esposizione secondo norma UNI - 11104

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

La determinazione delle classi di resistenza dei conglomerati dei conglomerati, di cui ai successivi paragrafi, sono state inoltre determinate tenendo conto delle classi minime stabilite dalla stessa norma UNI-EN 11104, di cui alla successiva tabella:

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
		Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti													
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto <i>a/c</i>	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45		
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 ^{a)}					
Altri requisiti													Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo	È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{b)}				

¹⁾ Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.
^{a)} Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.
^{b)} Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – 11104

I copriferri di progetto adottati per le barre di armatura, tengono infine conto inoltre delle prescrizioni di cui alla Tabella C4.1.IV della Circolare n617 del 02-02-09; si è in particolare previsto di adottare i seguenti Copriferri minimi espressi in mm

- Elevazioni spalle: 40 mm
- Plinti di fondazione: 40 mm
- Pali di fondazione: 60 mm

3.2 Calcestruzzo per Pali di Fondazione (C 25/30)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 24.9 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 32.9 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	11 di 113

$f_{ctm} = 2.56$ MPa Valore medio

$f_{ctk,0,05} = 1.79$ MPa Valore caratteristico frattile 5%

Resistenza a trazione per flessione:

$f_{ctm} = 3.1$ MPa Valore medio

$f_{ctk,0,05} = 2.1$ MPa Valore caratteristico frattile 5%

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$\gamma_c = 1.5$

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

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$f_{cd} = 14.1$ MPa $(0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

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

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$f_{ctd\ f} = 1.43$ MPa $1,2 \cdot f_{ctd}$

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

Modulo di elasticità normale :

$E_{cm} = 31447$ MPa

Modulo di elasticità tangenziale:

$G_{cm} = 13103$ MPa

Modulo di Poisson:

$\nu = 0.2$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

$\alpha = 0.00001$ °C⁻¹

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$\eta = 1.00$

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

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

Tensioni massime per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$\sigma_{cmax\ QP} = (0,40 f_{ck}) = 9.96$ MPa (Combinazione di Carico Quasi Permanente)

$\sigma_{cmax\ R} = (0,55 f_{ck}) = 13.70$ MPa (Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

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

3.3 Calcestruzzo per Plinti di Fondazione (C 28/35)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 29.1 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 37.1 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = 2.83 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 1.98 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{ctm} = 3.4 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 2.4 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = 1.5$$

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

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$$f_{cd} = 16.5 \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = 1.32 \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0,05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{ctd f} = 1.59 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

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

Modulo di elasticità normale :

$$E_{cm} = 32588 \text{ MPa}$$

Modulo di elasticità tangenziale:

$$G_{cm} = 13578 \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = 0.2$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

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

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	13 di 113

$$\eta = 1.00$$

$$f_{bd} = 2.98 \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

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

Tensioni massime per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{cmax \text{ QP}} = (0,40 f_{ck}) = 11.62 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{cmax \text{ R}} = (0,55 f_{ck}) = 15.98 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

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

3.4 Calcestruzzo per Elevazioni (C 32/40)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 33.2 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

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

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = 3.10 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

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

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{cfm} = 3.7 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{cfk,0,05} = 2.6 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = 1.5$$

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

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

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

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

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

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

$$f_{ctd\ f} = 1.74 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

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

Modulo di elasticità normale : $E_{cm} = 33643 \text{ MPa}$
Modulo di elasticità tangenziale: $G_{cm} = 14018 \text{ MPa}$

Modulo di Poisson:

$$\nu = 0.2$$

Coefficiente di dilatazione lineare

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

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1.00$$

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

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

Tensioni massime per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{c\max\ QP} = (0,40 f_{ck}) = 13.28 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{c\max\ R} = (0,55 f_{ck}) = 18.26 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

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

3.5 Calcestruzzo magro per Getti di livellamento/sottofondazioni (C12/15)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = 15 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 12.5 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 20.5 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Si omettono resistenze e/o tensioni di calcolo, essendo tale conglomerato previsto per parti d'opera senza funzioni strutturali.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>15 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	15 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	15 di 113								

3.6 Acciaio in barre d'armatura per c.a. (B450C)

Tensione caratteristica di rottura:

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

Tensione caratteristica allo snervamento:

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

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

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

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

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

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

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

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

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

Resistenza di calcolo allo SLU:

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

Modulo di elasticità :

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

Tensione massima per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{s \max} = (0,75 f_{yk}) = \boxed{360} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)}$$

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

4. CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA

Il ponte ricade alle chilometriche 25+783.90 – 25+813.90 del tracciato di progetto dell'Asse Principale, nell'ambito del 1° Lotto Funzionale Frasso-Telese, individuato dalle pk 16+500 - 27+700.

La definizione del modello geotecnico di sottosuolo di riferimento per il dimensionamento delle strutture di fondazione dell'opera, è trattata diffusamente nella specifica sezione dedicata all'opera in esame nell'ambito del seguente documento di progetto:

Relazione generale di linea delle opere all'aperto - Sub lotto 2	I	F	O	H	0	2	D	1	1	R	B	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Nella fattispecie, dal documento appena citato si desumono le curve di portanza dei pali nei riguardi dei carichi verticali di compressione e/o trazione, oltre al coefficiente α [m] utile alla valutazione delle sollecitazioni flessionali a testa pali legati alla deformabilità a taglio della palificata; relativamente a quest'ultimo aspetto, si specifica che ai fini della valutazione degli sforzi normali a testa pali, la valutazione del momento incrementale $M=T \times \alpha$ è stata effettuata considerando un coefficiente α pari al 50% di quello relativo al modello di palo isolato rigidamente vincolato in testa, per tener conto in qualche modo della reale deformabilità del plinti, mentre, per la valutazione delle sollecitazioni di progetto del palo singolo, il coefficiente α è stato considerato cautelativamente per intero.

Viene invece affrontato nell'ambito del presente paragrafo il tema del carico limite dei pali nei riguardi delle azioni orizzontali, essendo tale aspetto strettamente connesso agli aspetti strutturali (armatura di progetto a testa palo).

4.1 STRATIGRAFIA E INDAGINI IN PROSSIMITA' DELL'OPERA

Nelle vicinanze dell'opera sono state eseguite le seguenti indagini.

Sondaggio	Anno	Profondità	SPT n.	Lefranc n.	Lugeon n.	Dilatometrica n.	Pressiometrica n.	CR n.	CI n.	CL n.	Piezometro	Inclinometro	DH
		[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	TA/CC	[m]	[m]
PNIF52V12	2008/2009	40	10	1	-	-	-	2	2	-	TA	-	-

Il sondaggio ha evidenziato la presenza di depositi alluvionali (attuali e recenti) fino a circa 11.5 m da p.c., in facies incoerente sabbiosa (unità ba2) per i primi 3.5 m circa e successivamente incoerente grossolana (unità ba1). A seguire è stata rilevata l'unità di Maddaloni fino alla massima profondità investigata (40.0 m), costituita dall'alternanza di strati in facies coesiva (unità MDL3) ed incoerente (unità MLD3).

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

I risultati delle prove di laboratorio sono sintetizzati nella seguente tabella.

Sondaggio	-	PNIF52V 12	PNIF52V 12	PNIF52V 12	PNIF52V 12
Campione	-	CR1	CI2	CI1	CR2
Tipo	-	rim	ind	ind	rim
Unità	-	MDL1	MDL3	ba2	MDL1
Prof.	m	20.50	14.00	3.00	32.50
Granulometria					
G	%	56.9	0.0	45.9	50.4
S	%	28.1	8.1	39.0	32.6
L +A	%	15.0	91.9	15.1	17.1
L	%	10.2	58.3	11.9	10.2
A	%	4.7	33.7	3.2	6.9
Limiti di Atterberg					
W _L	%		48.0		
W _P	%		23.0		
I _c	-				
I _p	%		25.0		
Caratteristiche fisiche					
γ _N	kN/m ³		20.5	18.1	
w _N	%		22.5	6.5	
Resistenza drenata					
(TD) c	kPa			0.1	
(TD) f	°			33.6	
(TX-CIU) c	kPa		4.6		
(TX-CIU) f	°		23.0		

FALDA: il livello della falda massimo rilevato in corrispondenza del piezometro installato nel foro del sondaggio è a quota +43.8 s.l.m., quindi variabile da 1.0 a 2.0 m circa di profondità dal p.c. locale (vedasi profilo geotecnico longitudinale). Per il dimensionamento delle fondazioni profonde del viadotto, il livello piezometrico viene cautelativamente assunto a p.c. per la presenza del torrente Portella.

Pertanto, risulta in corrispondenza dell'opera in esame, la seguente stratigrafia di progetto:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

VI07 – stratigrafia spalla S1, spalla S2

Profondità [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	c_u [kPa]	φ^c [°]	N_q [-]	$q_{b,lim}$ [kPa]
da 0.0 a 3.5	ba2	19.0	-	31	17	4300
da 3.5 a 11.5	ba1	19.0	-	38	25	5800
da 11.5 a 18.5	MDL3	20.0	100=180	-	-	-
da 18.5 a 27.0	MDL1	20.0	-	39	25	5800
da 27.0 a 28.5	MDL3	20.0	250	-	-	-
da 28.5 a 33.5	MDL1	20.0	-	39	25	5800
>33.5	MDL3	20.0	200	-	-	-

Falda: cautelativamente a p.c. (zona alveo/golena)

4.2 CURVE DI PORTANZA DI PROGETTO A CARICO VERTICALE

La capacità portante per le fondazioni del viadotto è stata valutata per pali di grande diametro $D=1200$ mm considerando l'Approccio 2 (A1+M1+R3) di normativa e quindi con i seguenti coefficienti parziali sulle resistenze di base e laterale:

N_1 verticali di indagine, da cui $\xi_3 = 1.7$,

FSL = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ($=\xi_3 \cdot \gamma_s = 2.0$).

FSL,t = fattore di sicurezza per la portata laterale a trazione ($=\xi_3 \cdot \gamma_{st} = 2.1$).

FSB = fattore di sicurezza per la portata di base ($=\xi_3 \cdot \gamma_b = 2.3$).

Quindi per la verifica di capacità portante del palo si dovranno verificare le seguenti due condizioni:

- $N_{max,SLU} < Q_d$, la massima sollecitazione assiale (sia statica, che sismica) allo SLU dovrà essere inferiore alla portata di progetto del palo (riportata nelle seguenti tabelle);
- $N_{max,SLE} < Q_{II} / 1.25$ la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA dovrà essere inferiore alla portata laterale limite del palo (Q_{II} , riportata nelle seguenti tabelle) con un fattore di sicurezza di 1.25.

Inoltre si è considerato:

- testa palo a 2.0 m di profondità da p.c.;
- falda cautelativamente a p.c..

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	19 di 113

Tabella 1 – VI07 - Capacità portante palo D=1200 mm - A1+M1+R3 compressione

LINEA NAPOLI-BARI TRATTA CANCELLO-BENEVENTO FRASSO-VITULANO
VI07 palo D1200mm -SLU A1+M1+R3
STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	346.	0.	346.	150.
.50	14.	433.	3.	444.	192.
1.00	31.	519.	6.	544.	235.
1.50	51.	606.	8.	648.	280.
2.00	80.	774.	11.	843.	365.
2.50	114.	942.	14.	1041.	452.
3.00	152.	1109.	17.	1244.	541.
3.50	194.	1277.	20.	1451.	632.
4.00	239.	1445.	23.	1662.	725.
4.50	289.	1613.	25.	1877.	821.
5.00	343.	1781.	28.	2096.	918.
5.50	400.	1909.	31.	2278.	999.
6.00	462.	2036.	34.	2464.	1082.
6.50	528.	1926.	37.	2416.	1064.
7.00	597.	1816.	40.	2373.	1048.
7.50	671.	1705.	42.	2334.	1034.
8.00	748.	1595.	45.	2298.	1023.
8.50	830.	1485.	48.	2267.	1013.
9.00	915.	1375.	51.	2240.	1005.
9.50	1003.	1265.	54.	2214.	998.
10.00	1082.	1334.	57.	2360.	1065.
10.50	1164.	1404.	59.	2509.	1133.
11.00	1250.	1473.	62.	2662.	1204.
11.50	1341.	1543.	65.	2819.	1276.
12.00	1436.	1612.	68.	2980.	1351.
12.50	1535.	1682.	71.	3146.	1428.
13.00	1638.	1751.	74.	3316.	1507.
13.50	1746.	1821.	76.	3490.	1588.
14.00	1858.	1890.	79.	3669.	1672.
14.50	1974.	1960.	82.	3852.	1757.
15.00	2095.	2029.	85.	4039.	1845.
15.50	2220.	2099.	88.	4231.	1935.
16.00	2349.	2168.	90.	4427.	2027.
16.50	2485.	2238.	93.	4630.	2122.
17.00	2644.	2751.	96.	5298.	2422.
17.50	2810.	3263.	99.	5974.	2725.
18.00	2980.	3776.	102.	6654.	3030.
18.50	3155.	4289.	105.	7339.	3338.
19.00	3334.	4802.	107.	8029.	3648.
19.50	3518.	5315.	110.	8723.	3960.
20.00	3707.	5623.	113.	9216.	4185.
20.50	3900.	5645.	116.	9430.	4289.
21.00	4098.	5668.	119.	9648.	4395.
21.50	4301.	5691.	122.	9870.	4503.
22.00	4507.	5714.	124.	10097.	4614.
22.50	4719.	5583.	127.	10175.	4660.
23.00	4935.	5095.	130.	9900.	4553.
23.50	5156.	4607.	133.	9630.	4448.
24.00	5381.	4119.	136.	9364.	4346.
24.50	5611.	3631.	139.	9103.	4246.
25.00	5840.	3142.	141.	8841.	4145.
25.50	6034.	3154.	144.	9044.	4244.
26.00	6223.	3165.	147.	9241.	4340.
26.50	6411.	3176.	150.	9438.	4437.
27.00	6608.	3188.	153.	9643.	4537.
27.50	6857.	3669.	156.	10371.	4868.
28.00	7119.	4151.	158.	11112.	5206.
28.50	7385.	4633.	161.	11857.	5546.
29.00	7656.	4908.	164.	12400.	5798.
29.50	7932.	5183.	167.	12949.	6053.
30.00	8212.	5040.	170.	13083.	6128.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	20 di 113

30.50	8495.	4478.	172.	12800.	6022.
31.00	8778.	3916.	175.	12518.	5916.
31.50	9061.	3354.	178.	12236.	5810.
32.00	9327.	2792.	181.	11938.	5697.
32.50	9499.	2803.	184.	12119.	5785.
33.00	9658.	2814.	187.	12285.	5866.
33.50	9818.	2826.	189.	12455.	5948.
34.00	9981.	2837.	192.	12626.	6032.
34.50	10147.	2848.	195.	12800.	6117.
35.00	10314.	2860.	198.	12976.	6203.
35.50	10485.	2871.	201.	13155.	6290.
36.00	10657.	2882.	204.	13336.	6378.
36.50	10832.	2894.	206.	13519.	6468.
37.00	11009.	2905.	209.	13705.	6558.
37.50	11189.	2916.	212.	13893.	6650.
38.00	11371.	2928.	215.	14083.	6743.
38.50	11555.	2939.	218.	14276.	6837.
39.00	11741.	2950.	221.	14471.	6933.
39.50	11930.	2961.	223.	14668.	7029.
40.00	12122.	2973.	226.	14868.	7127.
40.50	12315.	2984.	229.	15070.	7226.
41.00	12511.	2995.	232.	15275.	7326.
41.50	12710.	3007.	235.	15482.	7427.
42.00	12911.	3018.	238.	15691.	7530.
42.50	13114.	3029.	240.	15903.	7634.
43.00	13319.	3041.	243.	16117.	7738.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

Tabella 2 – VI07 - Capacità portante palo D=1200mm - A1+M1+R3 trazione

LINEA NAPOLI-BARI TRATTA CANCELLO-BENEVENTO FRASSO-VITULANO
 VI07 palo D1200mm -SLU A1+M1+R3 trazione
 STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	11.	0.	-8.	20.	14.
1.00	25.	0.	-17.	42.	29.
1.50	43.	0.	-25.	68.	46.
2.00	67.	0.	-34.	101.	66.
2.50	95.	0.	-42.	137.	88.
3.00	127.	0.	-51.	177.	111.
3.50	161.	0.	-59.	221.	136.
4.00	199.	0.	-68.	267.	163.
4.50	241.	0.	-76.	317.	191.
5.00	286.	0.	-85.	370.	221.
5.50	334.	0.	-93.	427.	252.
6.00	385.	0.	-102.	487.	285.
6.50	440.	0.	-110.	550.	320.
7.00	498.	0.	-119.	616.	356.
7.50	559.	0.	-127.	686.	393.
8.00	624.	0.	-136.	759.	433.
8.50	692.	0.	-144.	836.	473.
9.00	763.	0.	-153.	915.	516.
9.50	837.	0.	-161.	998.	560.
10.00	915.	0.	-170.	1085.	605.
10.50	998.	0.	-178.	1176.	653.
11.00	1085.	0.	-187.	1272.	703.
11.50	1178.	0.	-195.	1373.	756.
12.00	1275.	0.	-204.	1478.	811.
12.50	1377.	0.	-212.	1589.	868.
13.00	1484.	0.	-221.	1704.	927.

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	21 di 113

13.50	1596.	0.	-229.	1825.	989.
14.00	1712.	0.	-238.	1950.	1053.
14.50	1834.	0.	-246.	2080.	1119.
15.00	1960.	0.	-254.	2214.	1188.
15.50	2091.	0.	-263.	2354.	1259.
16.00	2227.	0.	-271.	2498.	1332.
16.50	2367.	0.	-280.	2646.	1407.
17.00	2502.	0.	-288.	2791.	1480.
17.50	2640.	0.	-297.	2937.	1554.
18.00	2782.	0.	-305.	3088.	1630.
18.50	2928.	0.	-314.	3242.	1708.
19.00	3078.	0.	-322.	3400.	1788.
19.50	3231.	0.	-331.	3562.	1869.
20.00	3388.	0.	-339.	3728.	1953.
20.50	3549.	0.	-348.	3897.	2038.
21.00	3714.	0.	-356.	4070.	2125.
21.50	3883.	0.	-365.	4248.	2214.
22.00	4055.	0.	-373.	4429.	2304.
22.50	4232.	0.	-382.	4613.	2397.
23.00	4412.	0.	-390.	4802.	2491.
23.50	4596.	0.	-399.	4994.	2587.
24.00	4783.	0.	-407.	5191.	2685.
24.50	4975.	0.	-416.	5391.	2785.
25.00	5169.	0.	-424.	5593.	2886.
25.50	5359.	0.	-433.	5791.	2984.
26.00	5547.	0.	-441.	5988.	3083.
26.50	5736.	0.	-450.	6185.	3181.
27.00	5927.	0.	-458.	6385.	3281.
27.50	6139.	0.	-467.	6605.	3390.
28.00	6357.	0.	-475.	6832.	3502.
28.50	6579.	0.	-483.	7063.	3616.
29.00	6805.	0.	-492.	7297.	3732.
29.50	7035.	0.	-500.	7535.	3850.
30.00	7268.	0.	-509.	7777.	3970.
30.50	7506.	0.	-517.	8023.	4092.
31.00	7747.	0.	-526.	8273.	4215.
31.50	7992.	0.	-534.	8526.	4340.
32.00	8229.	0.	-543.	8772.	4461.
32.50	8397.	0.	-551.	8948.	4550.
33.00	8555.	0.	-560.	9115.	4634.
33.50	8716.	0.	-568.	9284.	4719.
34.00	8879.	0.	-577.	9456.	4805.
34.50	9044.	0.	-585.	9629.	4892.
35.00	9212.	0.	-594.	9806.	4980.
35.50	9382.	0.	-602.	9984.	5070.
36.00	9554.	0.	-611.	10165.	5160.
36.50	9729.	0.	-619.	10349.	5252.
37.00	9907.	0.	-628.	10534.	5345.
37.50	10086.	0.	-636.	10722.	5439.
38.00	10268.	0.	-645.	10913.	5534.
38.50	10452.	0.	-653.	11105.	5630.
39.00	10639.	0.	-662.	11300.	5728.
39.50	10828.	0.	-670.	11498.	5826.
40.00	11019.	0.	-679.	11698.	5926.
40.50	11213.	0.	-687.	11900.	6026.
41.00	11409.	0.	-696.	12104.	6128.
41.50	11607.	0.	-704.	12311.	6231.
42.00	11808.	0.	-713.	12520.	6335.
42.50	12011.	0.	-721.	12732.	6441.
43.00	12217.	0.	-729.	12946.	6547.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Q_{l1}/FS,1 + Q_{b1}/FS,b - W_p$

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>22 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	22 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	22 di 113								

4.3 COEFFICIENTE α

Nella Relazione Geotecnica Generale già citata in precedenza, è riportata la valutazione del parametro alfa (α) per le varie situazioni stratigrafiche caratteristiche del tracciato, tra cui l'area interessata dalla realizzazione dell'opera in esame; in funzione dei risultati ottenuti si è ritenuto di assumere, ai fini progettuali, un valore del coefficiente α pari a **2.6m**

4.4 CARICO LIMITE PER AZIONI ORIZZONTALI

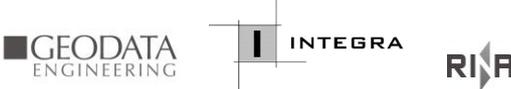
Per le fondazioni in esame, vista la presenza di una stratigrafia piuttosto variabile con la profondità in cui si intercalano incoerenti e coesivi e la presenza di carichi orizzontali piuttosto elevati in condizioni sismiche, le verifiche a carico limite orizzontale sono state svolte con programma FEM non lineare, considerando negli altri strati di terreno curve P-Y non lineari, definibili lungo il fusto del palo e resistenze variabili. La teoria di Broms è comunque applicabile però impone semplificazioni (ad esempio unico tipo di terreno) che rendono ancora più restrittiva la verifica, mentre l'utilizzo di una legge P-Y di mobilitazione non lineare, di tipo iperbolico per la valutazione della pressione orizzontale limite, meglio descrive il comportamento dei terreni in esame.

Il palo, in testa è stato vincolato alla rotazione ($\varphi=0$ rotazione impedita) ed è stato applicato un carico orizzontale (H) via via incrementato, mobilitando man mano la resistenza laterale disponibile fino a raggiungere il momento di prima plasticizzazione della sezione lungo il palo.

La verifica a carico limite è stata svolta incrementando il carico orizzontale man mano fino ad un carico massimo pari al taglio massimo (T_{max} , SLU) per il coefficiente di sicurezza FS. Il fattore di sicurezza per la verifica a carico orizzontale è valutato come $FS = \gamma T \cdot \xi_3$ (con $\gamma T = 1.30$). Per la verifica a carico limite orizzontale, per le opere in esame, è stato assunto $\xi_3 = 1.40$, con riferimento al numero massimo di verticali di indagine eseguite su ogni sub lotto di pertinenza. Questo per i seguenti motivi:

- le verifiche vengono condotte per le condizioni di carico più gravose, che sono date dalle azioni sismiche SLU, in cui si evidenziano valori delle azioni orizzontali molto alti, decisamente maggiori rispetto alle massima azioni orizzontali in condizioni statiche SLU.
- per le singole unità geotecniche, l'insieme delle informazioni per la caratterizzazione geotecnica del terreno deriva anche dall'analisi di tutte le prove in sito ed in laboratorio del singolo sub lotto, dettagliate sulle indagini locali in corrispondenza dell'opera principalmente per la definizione della stratigrafia.

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A	FOGLIO 23 di 113

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

L'opera in questione rientra in particolare nell'ambito del Progetto di Raddoppio della tratta Ferroviaria Frasso Telesino – Vitulano, che si sviluppa per circa 30Km, da ovest verso est, attraversando il territorio di diverse località tra cui Dugenta/Frasso (BN), Amorosi (BN), Telese(BN), Solopaca(BN), San Lorenzo Maggiore(BN), Ponte(BN), Torrecuso(BN), Vitulano (BN) Benevento – Località Roseto (BN).

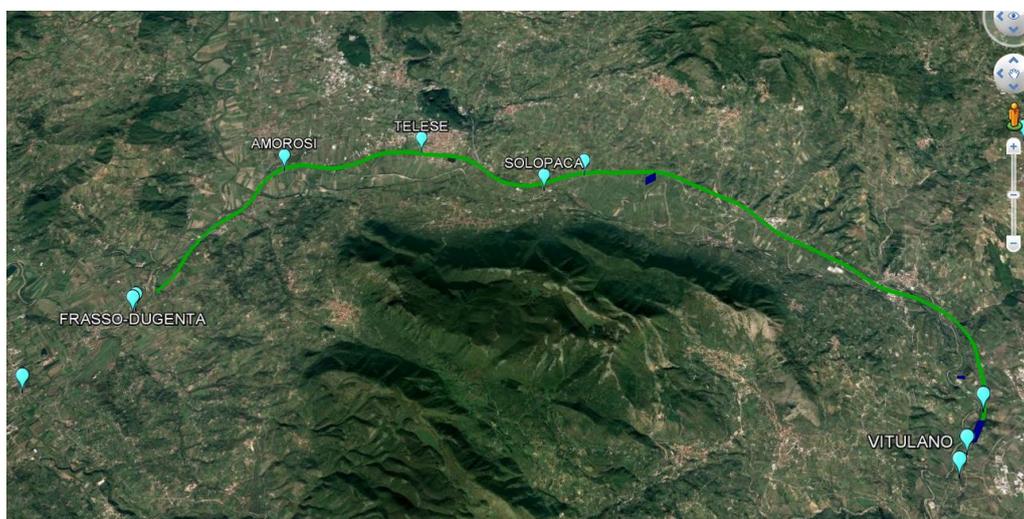


Figura 2 – Configurazione planimetrica tracciato

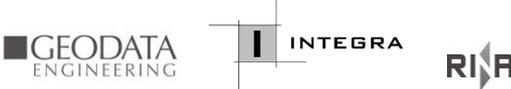
In considerazione della variabilità dei parametri di pericolosità sismica con la localizzazione geografica del sito, ed allo scopo di individuare dei tratti omogenei nell'ambito dei quali assumere costanti detti parametri, si è provveduto a suddividere il tracciato in tre sottozone sismiche, a seguito di un esame generale del livello pericolosità sismica dell'area che evidenzia un graduale incremento dell'intensità sismica da ovest verso est; nella fattispecie le zone sismiche "omogenee" individuate, sono quelle di seguito elencate:

Zona S1 : da pk 16+500 a pk 22+500 (Dugenta/Frasso – Amorosi)

Zona S2 : da pk 22+500 a pk 30+000 (Amorosi – Solopaca)

Zona S3 : da pk 30+000 a pk 46+577 (Solopaca-Ponte-Vitulano)

Per ciascuna zona, sono stati dunque individuati, in funzione del periodo di riferimento dell'azione sismica (VR), i parametri di pericolosità sismica (ag/g, F0 e Tc*) rappresentativi delle più severe condizioni di pericolosità riscontrabili lungo il tratto di riferimento, assumendo in particolare come riferimento le seguenti Località

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A	FOGLIO 24 di 113

Zona S1 : Amorosi (BN)

Zona S2 : Solopaca (BN)

Zona S3 : Ponte (BN)

Nei paragrafi seguenti è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica per ciascuna delle località di riferimento.

L'opera in esame ricade nella zona sismica denominata Zona S2

5.1 Vita Nominale e Classe d'uso dell'Opera

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

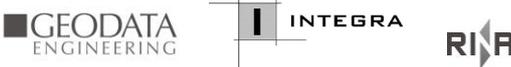
La vita nominale delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V _N [anni]
1	Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM14/1/2008 a velocità convenzionale V<250 Km/h	50
2	Altre opere nuove a velocità V<250 Km/h	75
3	Altre opere nuove a velocità V>250 Km/h	100
4	Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m	≥100

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale VN = 75 anni (categoria 2)

Riguardo invece la Classe d'Uso, il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008, individua le seguenti quattro categorie

- Classe I: costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II: costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe III o in Classe IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A	FOGLIO 25 di 113

- Classe III: costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- Classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade", e di tipo quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti o reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

All' opera in oggetto corrisponde pertanto una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II):

$$C_u = 1.5$$

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u , ovvero:

$$V_R = V_n \cdot C_u$$

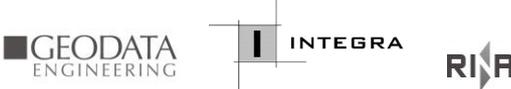
Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

Il DM 14.01.08 definisce in particolare la pericolosità sismica di un sito attraverso i seguenti parametri:

- **ag/g**: accelerazione orizzontale relativa massima al suolo, su sito di riferimento rigido;
- **Fo**: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T*c**: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>26 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	26 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	26 di 113								

Per quanto detto al precedente paragrafo, risulta:

Localizzazione Geografica : Amorosi (BN), Solopaca (BN), Ponte (BN)

Periodo di riferimento Azione sismica $V_R = 112.5$ anni,

Riguardo, infine gli stati limite di verifica/periodo di ritorno dell'azione sismica, la normativa individua in particolare 4 situazioni tipiche riferendosi alle prestazioni che la costruzione nel suo complesso deve poter espletare, riferendosi sia agli elementi strutturali, che a quelli non strutturali / impianti, come di seguito descritto:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile all'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.
- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture o crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione invece conserva una parte della resistenza e della rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

A ciascuno stato limite di verifica è quindi associata una probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , secondo quanto indicato nel seguito:

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

  	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>Spalle: Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>27 di 113</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	27 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	27 di 113								

Tab. 3.2.1 DM 14.01.08

A ciascuna probabilità di superamento P_{VR} è quindi associato un Periodo di Ritorno dell'azione sismica T_R , valutabile attraverso la seguente relazione:

$$T_R = - V_R / \ln(1-P_{VR}) \quad (\text{periodo di ritorno dell'azione sismica})$$

Nel caso in esame risulta dunque, con riferimento ai diversi stati limite :

SLATO LIMITE	T_R [anni]
SLO	68
SLD	113
SLV	1068
SLC	2193

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

Zona S1 da pk 16+500 a pk 22+500 (Dugenta/Frasso – Amorosi)

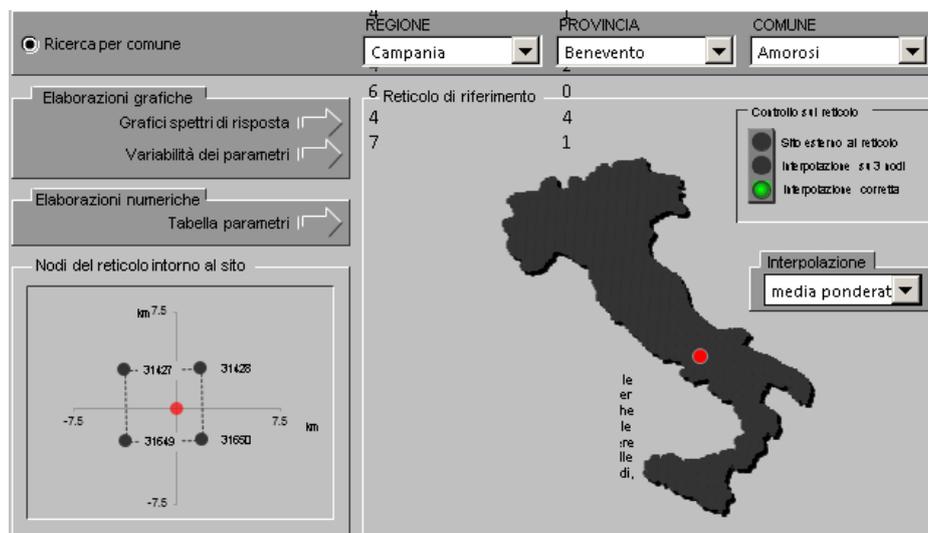
Di seguito si riportano i parametri di pericolosità sismica da assumere come riferimento per la determinazione delle Azioni sismiche di progetto per opere ricadenti nella parte di tracciato dell'infrastruttura individuata come zona S1:

Località : Amorosi (BN)

Località	
Comune	Amorosi
Provincia	Benevento
Regione	Campania
Latitudine	41,2042407
Longitudine	14,4648703

VR = 112.5 anni

Sulla scorta di quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene:



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.078	2.428	0.324
SLD	113	0.099	2.440	0.340
SLV	1068	0.273	2.352	0.419
SLC	2193	0.357	2.394	0.433

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità sismica zona S1

Zona S2 da pk 22+500 a pk 30+000 (Amorosi – Solopaca)

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

Di seguito si riportano i parametri di pericolosità sismica da assumere come riferimento per la determinazione delle Azioni sismiche di progetto per opere ricadenti nella parte di tracciato dell'infrastruttura individuata come zona S2:

Località : Solopaca (BN)

Località	
Comune	Solopaca
Provincia	Benevento
Regione	Campania
Latitudine	41,1937370
Longitudine	14,5550380

$V_R = 112.5$ anni

Sulla scorta di quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene:



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.088	2.368	0.316
SLD	113	0.113	2.377	0.331
SLV	1068	0.322	2.346	0.401
SLC	2193	0.419	2.430	0.425

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità sismica zona S2

Zona S3 da pk 30+000 a pk 46+577 (Solopaca-Ponte-Vitulano)

Di seguito si riportano i parametri di pericolosità sismica da assumere come riferimento per la determinazione delle Azioni sismiche di progetto per opere ricadenti nella parte di tracciato dell'infrastruttura individuata come zona **S2**:

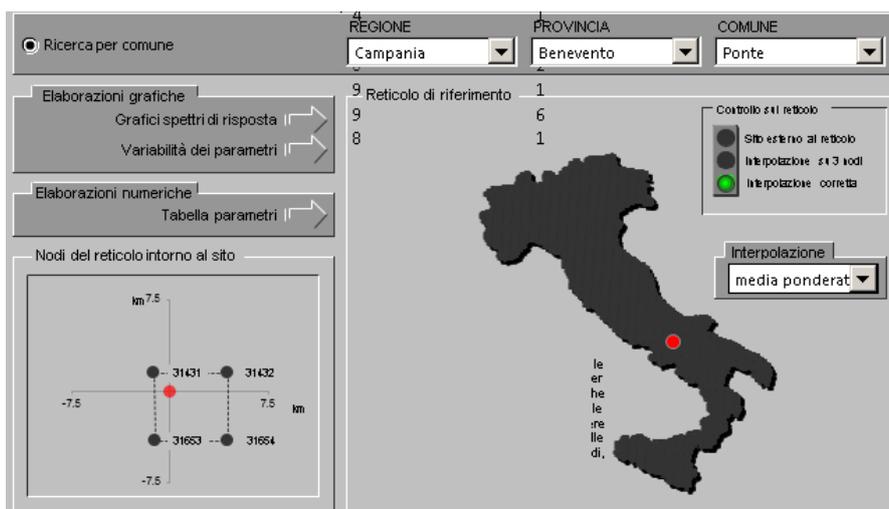
  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

Località : Ponte (BN)

Località	
Comune	Ponte
Provincia	Benevento
Regione	Campania
Latitudine	41,2139730
Longitudine	14,6935400

$V_R = 112.5$ anni

Sulla scorta di quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene:



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.097	2.343	0.310
SLD	113	0.127	2.332	0.326
SLV	1068	0.367	2.346	0.395
SLC	2193	0.473	2.445	0.427

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità sismica zona S3

L'opera in esame ricade nella zona sismica denominata S2.

5.3 Categoria di sottosuolo e categoria topografica

Le Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche sono valutate come descritte al punto 3.2.2 del DM 14.01.08, ovvero:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	31 di 113

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella di riepilogo Categoria di Sottosuolo e Topografiche DM 14.01.08

Note la Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche, la costruzione degli spettri passa infine attraverso la definizione dei coefficienti di Amplificazione Stratigrafica (S_s e C_c) e Topografica (S_T), mediante le indicazioni di cui alle tab 3.2.V e 3.2.VI del DM 14.01.08, che si ripropongono nel seguito per chiarezza espositiva:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Per il caso in esame, come riportato all'interno della relazione geotecnica e di calcolo del lotto in esame (lotto1) (cod. elaborato IF0H02D 11CLGE0001004A), risulta una categoria di sottosuolo di tipo C e una classe Topografica T1.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	33 di 113

6. ANALISI DEI CARICHI

6.1 Carichi provenienti dall'impalcato

6.1.1 Pesi permanenti strutturali e non strutturali

G1 (Permanenti strutturali)

Soletta impalcato:

$$\gamma_{ca} = 25 \text{ KN/m}^3$$

$$A_{ca} = 6.75 \text{ m}^2 \quad (\text{Area soletta impalcato})$$

Carpenteria metallica:

$$i = 3.5 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{Incidenza carpenteria metallica})$$

$$L_{trav} = 13.7 \text{ m} \quad (\text{Lunghezza trasversale impalcato})$$

$$\text{Tot G1} = 216.7 \text{ KN/m} \quad (\text{peso complessivo struttura impalcato per metro in direzione longitudinale})$$

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
3250.50	0	0	0	0	Scarichi su spalla mobile
3250.50	0	0	0	0	Scarichi su spalla fissa

G2 (Permanenti non strutturali)

Ballast/Armamento

$$\gamma_{armam} = 18 \text{ KN/m}^3$$

$$L = 8.20 \text{ m} \quad (\text{lunghezza complessiva trasversale})$$

$$s = 0.80 \text{ m} \quad (\text{spessore})$$

$$G2a = 118.1 \text{ KN/m} \quad (\text{peso complessivo armamento a metro lineare in direzione longitudinale})$$

Impermeabilizzazione e Massetto di protezione

$$\gamma_{mass} = 21 \text{ KN/m}^3$$

$$L = 11.70 \text{ m} \quad (\text{lunghezza complessiva trasversale})$$

$$s = 0.05 \text{ m} \quad (\text{spessore})$$

$$G2b = 12.3 \text{ KN/m} \quad (\text{peso complessivo armamento a metro lineare in direzione longitudinale})$$

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	34 di 113

Canalette portacavi

$G2c = 5.0 \text{ KN/m}$ (peso complessivo canalette portacavi(n°2) a metro lineare in direzione longitudinale)

Velette in c.a. a margine impalcato

$G2d = 3.0 \text{ KN/m}$ (peso complessivo velette a margine impalcato per metro lineare in direzione longitudinale.)

Barriere Antirumore

Si fa riferimento cautelativamente al caso di doppia barriera, anche se non contemplato attualmente dal progetto, in previsione di eventuali future integrazioni degli interventi di mitigazione acustica

$p_{barr} = 4.0 \text{ KN/m}^2$ (peso barriera a metro quadro)

$hb = 5.05 \text{ m}$ (Barriera H4)

$nb = 2$ (n° barriere previste)

$G2e = 40.4 \text{ KN/m}$ (peso complessivo barriere antirumore a metro lineare in direzione longitudinale.)

tot.G2 = 178.8 KN/m (Carico permanente complessivo non strutturale per metro in direzione longitudinale)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
2681.84	0	0	0	0	Scarichi su spalla mobile
2681.84	0	0	0	0	Scarichi su spalla fissa

Ai fini della valutazione delle azioni agenti sugli elementi strutturali costituenti la spalla vengono inoltre considerati il peso proprio della spalla (calcolato considerando un peso specifico del calcestruzzo di 25 kN/m³) e il peso del terreno compreso tra i muri andatori.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

6.1.2 Carichi variabili sui marciapiedi

Qm(Carico Variabile sui marciapiedi)

$L_m = 1.75$ m (larghezza trasversale singolo marciapiede)
 $q_{13} = 10.00$ KN/m² (carico variabile per unità di superficie zona marciapiedi)

tot.Qm 1= 17.5 KN/m (carico variabile sui marciapiedi per metro lineare longitudinale 1 marciapiede carico)
et(m) = 5.20 m eccentricità trasversale di calcolo

Qm1 (1 Marciapiedi carico)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
262.50	0.0	1365.0	0.0	0.0	Scarichi su spalla mobile
262.50	0.0	1365.0	0.0	0.0	Scarichi su spalla fissa

tot.Qm 2 = 35.0 KN/m (carico variabile sui marciapiedi per metro lineare longitudinale 2 marciapiedi carichi)
et(m) = 0.10 m eccentricità trasversale di calcolo

Qm2 (2 Marciapiedi carichi)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
525.00	0.0	52.5	0.0	0.0	Scarichi su spalla mobile
525.00	0.0	52.5	0.0	0.0	Scarichi su spalla fissa

6.1.3 Carichi variabili da traffico

6.1.3.1 Azioni da traffico ferroviario

Per la valutazione delle azioni da traffico ferroviario trasmesse dall'impalcato alle spalle si è fatto riferimento ai modelli di carico previsti dalle norme.

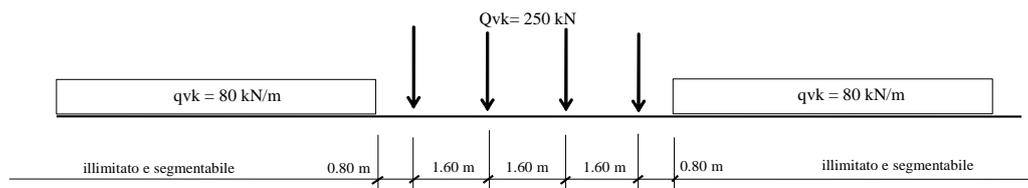
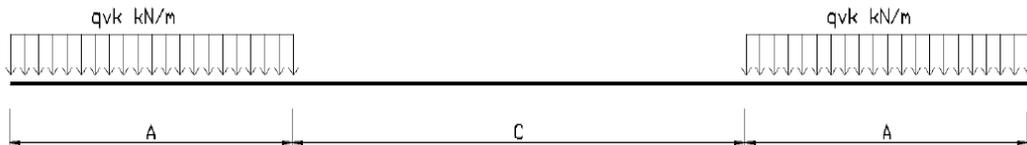


Figura 3 – Modello di carico LM71

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	36 di 113



Tipo di carico	Q_{vk} [kN/m]	A [m]	C [m]
SW/0	133	15,00	5,30
SW/2	150	25,00	7,00

Tab. 5.2.I. caratteristiche treni di carico SW

Figura 4 – Modello di carico SW

In particolare si sono considerati i carichi equivalenti (taglianti e flettenti) previsti dalle norme ferroviarie RFI DTC SI PS MA IFS 001 A in funzione della luce di impalcato netta. Tali carichi sono comprensivi del coefficiente di adattamento α .

LM71X1,1

Carico Equivalente Tagliante:

130.0

 KN/m

Carico Equivalente flettente:

124.0

 KN/m

SW0X1,1

Carico Equivalente Tagliante:

128.0

 KN/m

Carico Equivalente flettente:

115.6

 KN/m

SW2X1,0

Carico Equivalente Tagliante:

150.1

 KN/m

Carico Equivalente flettente:

150.1

 KN/m

tot.Q1,1a =

130.0

 KN/m
et(m) =

1.68

 m

(Condizione 1 binari carichi con LM71) ▲
(eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 1600+1435/18)

tot.Q1,1b =

150.1

 KN/m
et(m) =

1.68

 m

(Condizione 1 binari carichi con sw2) ▲
(eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 1600+1435/18)

tot.Q1,2a =

260.0

 KN/m
et(m) =

0.08

 m

(Condizione 2 binari carichi con LM71) ▲
(eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 1435/18)

tot.Q1,2b =

280.1

 KN/m
et(m) =

0.08

 m

(Condizione 1 binario carico con LM71+1 binario con SW2- gruppo carico 1/3) ▲
(eccentricità trasversale rispetto al baricentro impalcato 1,435/18)

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>37 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	37 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	37 di 113								

6.1.3.2 Incremento dinamico

Trattandosi di Viadotto con velocità di percorrenza non superiore a 160 Km/h con frequenza propria della struttura ricadente all'interno del prospetto indicato in figura 5.2.7 del D.M. 14/01/2008, si utilizzano i valori dei coefficienti dinamici definiti al paragrafo 5.2.2.3.3 D.M. 14/01/2008 per linee con ridotto standard manutentivo.

La lunghezza caratteristica L_{ϕ} per questa tipologia di impalcato è proprio pari alla luce di progetto del ponte. Quindi considerando una linea con normale standard manutentivo, il coefficiente di incremento dinamico si calcola secondo l'espressione:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_{\phi} - 0,2}} + 0,73 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00$$

quindi:

- Coefficiente dinamico per impalcato di luce $L=30.00\text{m}$: $\phi_3 = 1.15$

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	38 di 113

In definitiva gli scarichi sulle sottostrutture sono pari a:

$$Q_{1,1a} \times \Phi 3 = \begin{matrix} 149.6 \\ 1.68 \end{matrix} \begin{matrix} \text{KN/m} \\ \text{m} \end{matrix}$$

Q1,1a (1 LM71)

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
2244.69	0	3771.07	0	0
2244.69	0	3771.07	0	0

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

$$Q_{1,1b} \times \Phi 3 = \begin{matrix} 172.8 \\ 1.68 \end{matrix} \begin{matrix} \text{KN/m} \\ \text{m} \end{matrix}$$

Q1,1b (1 sw2)

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
2591.58	0	4353.85	0	0
2591.58	0	4353.85	0	0

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

$$Q_{1,2a} \times \Phi 3 = \begin{matrix} 299.29 \\ 0.08 \end{matrix} \begin{matrix} \\ \text{m} \end{matrix}$$

Q1,2a (2 LM71)

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
4489.37	0	359.15	0	0
4489.37	0	359.15	0	0

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

$$Q_{1,2b} \times \Phi 3 = \begin{matrix} 322.4 \\ 0.08 \end{matrix} \begin{matrix} \text{KN/m} \\ \text{m} \end{matrix}$$

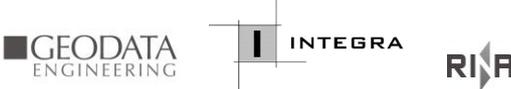
Eccentricità LM71 (rispetto asse binario)

Q1,2b (1 LM71 + 1 SW2)

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
4836.26	0	386.90	0	0
4836.26	0	386.90	0	0

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>39 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	39 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	39 di 113								

6.1.3.3 Contemporaneità dei treni sui binari

La contemporaneità dei treni sui due binari, è stata considerata con riferimento alla condizione di traffico pesante. Come si vedrà in seguito, sono state considerate combinazioni di carico che prevedono anche solo un binario carico, ai fini di massimizzare il momento in direzione trasversale agente in testa alle sottostrutture.

6.1.4 Azioni orizzontali da avviamento / frenatura

I valori caratteristici da considerare, da moltiplicare per i coefficienti di adattamento α , sono:

Avviamento:

$$Q_{1a,k} = 33 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ KN} \quad \text{per modelli di carico LM71, SW/0, SW/2}$$

Frenatura:

$$Q_{1b,k} = 20 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ KN} \quad \text{per modelli di carico LM71, SW/0}$$

$$Q_{1b,k} = 35 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \quad \text{per modelli di carico SW/2}$$

Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura.

6.1.5 Forza centrifuga

Le forze centrifughe sono state calcolate con $f = 1$ dato che la velocità di progetto pari 100km/h è inferiore a 120km/h.

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) \quad (5.2.9.a)$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot q_{vk}) \quad (5.2.9.b)$$

Si distinguono i carichi per LM71 e SW2, calcolati in funzione dei carichi equivalenti flettente e tagliante. Nel caso in esame l'azione centrifuga è nulla essendo l'impalcato in rettilo.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0704 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">40 di 113</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	40 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	40 di 113								

6.1.6 Serpeggio

L'azione laterale associata al serpeggio è definita al par. 1.4.3.2 delle Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari, che riprende il par. 5.2.2.4.2 del DM 14.1.2008, ed equivale ad una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario, del valore di 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per il coefficiente di adattamento α .

$Q_s =$	100.00	KN	(carico da serpeggiomanuale RFI)
α LM71	1.1		(coefficiente di adattamento)
ev(m) =	3.50	m	(eccentricità verticale rispetto testa muro frontale)

QS1 (1 TRENO)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0.00	0.0	385.0	0.0	110.0	Scarichi su spalla mobile
0.00	0.0	385.0	0.0	110.0	Scarichi su spalla fissa

QS2 (2 TRENI)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0.00	0.0	770.0	0.0	220.0	Scarichi su spalla mobile
0.00	0.0	770.0	0.0	220.0	Scarichi su spalla fissa

6.1.7 Azioni parassite dei vincoli

Le resistenze parassite dei vincoli sono valutate sulla base del paragrafo 2.5.1.6.3 delle norme RFI con riferimento al caso di viadotti a trave semplicemente appoggiati:

- Spalle: $F_a = f \cdot (V_g + V_q)$;
- Pile: facendo riferimento all'apparecchio d'appoggio maggiormente caricato fra i due presenti sulla pila, si considererà agente $F_a = f \cdot (0,20 \cdot V_g + V_q)$

Dove:

V_g = Reazione verticale massima associata ai carichi permanenti;

V_q = Reazione verticale massima associata ai carichi mobili dinamizzati.

Nel caso in esame le azioni trasmesse alle sottostrutture sono pari a:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

$$f = 0.04$$

Vg1 (KN)	Vg2 (KN)
3250.50	2681.84

VQ1-1a (KN)	VQ1-1b (KN)	VQ1-2a(KN)	VQ1-2b(KN)	VQm1(KN)	VQm2(KN)
(1LM71)	(1SW2)	(2LM71)	(1LM71+SW2)	1 marciapiedi	2 marciapiedi
2244.69	2591.58	4489.37	4836.26	262.50	525.00

QP1a (azione su spalla mobile) 1 LM71+1MARC

TL	337.58	KN	SLE
TL	479.23	KN	SLU
TL	255.25	KN	SISMA

QP1b (azione su spalla mobile) 1 SW2 + 1 MARC

TL	351.46	KN	SLE
TL	499.35	KN	SLU
TL	258.03	KN	SISMA

QP2a (azione su spalla mobile) 2 LM71 + 2 marc

TL	437.87	KN	SLE
TL	622.02	KN	SLU
TL	273.21	KN	SISMA

QP2b (azione su spalla mobile) 1 LM71 + 1SW2 + 2 marc

TL	451.74	KN	SLE
TL	642.14	KN	SLU
TL	275.98	KN	SISMA

Si specifica che i valori di sollecitazioni (TL) precedentemente riportati, per ciascuno dei casi esaminati, contemplano già i coefficienti di combinazione e/o partecipazioni proprie delle Vg e Vq da considerare per ciascuno stato limite di verifica:

Coefficienti di Combinazione e di partecipazione

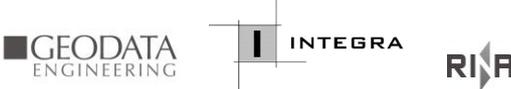
$\gamma_{G1} =$	1,35	
$\gamma_{G2} =$	1,5	
$\gamma_{Q1} =$	1,45	carico ferroviario
$\gamma_{Qm} =$	1,5	carico marciapiedi

(SLE rara /SLU)

$\psi_o =$	-
$\psi_o =$	-
$\psi_o =$	1
$\psi_o =$	0,8

(Sisma)

$\psi_2 =$	-
$\psi_2 =$	-
$\psi_2 =$	0,2
$\psi_2 =$	0

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>42 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	42 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	42 di 113								

6.1.8 Azioni da Vento

Il calcolo dell'azione del vento è condotto secondo le indicazioni del par. 3.3 del DM 14.01.2008, in cui l'effetto di tale evento è modellato, ai fini del calcolo strutturale, con una pressione normale e/o tangenziale sulla superficie di impatto effettiva o convenzionale, valutate mediante le espressioni 3.3.2 e 3.3.3 dello stesso DM, ovvero:

$p_v = q_b \times c_e \times c_p \times c_d$	(pressione normale)
$p_f = q_b \times c_e \times c_f$	(azione tangente)

Essendo:

q_b : pressione cinetica di riferimento

c_e : coefficiente di esposizione

c_p : coefficiente di forma (o aerodinamico)

c_d : coefficiente dinamico

c_f : coefficiente di attrito

Per il caso dell'opera in esame, risulta in ogni caso significativa la sola azione normale che produce azioni trasversali all'impalcato e quindi alle sottostrutture.

Pressione Cinetica di riferimento - q_b

La pressione cinetica di riferimento in N/m^2 , è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

dove

v_b è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a $1,25 \text{ kg/m}^3$.

Occorre in primo luogo dunque determinare la velocità di riferimento del Vento $v_b(T_R)$ relativa alla Vita di riferimento dell'opera T_r , assunta pari a 75 anni, utilizzando a tal riguardo la formulazione proposta al par. C3.3.2 del DM 14/02/2008, ovvero:

$$v_b(T_R) = \alpha_R \times v_b$$

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>43 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	43 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	43 di 113								

con:

$$\alpha_R = 0,75 \cdot [1 - 0,2 \cdot \ln(-\ln(1 - 1/T_R))]^{0,5} = 1.023$$

La velocità di riferimento del Vento v_b , riferita ad un periodo di ritorno di 10 min in 50 anni, è data dalla 3.3.1 del DM 2008; in particolare ricadendo il sito in esame in Zona 3 ed essendo l'altitudine massima dell'intera area attraversata dal tracciato di progetto dell'infrastruttura contenuta entro i 200m circa s.l.m. risulta quanto di seguito:

Sito di Riferimento : Campania (Zona 3)

$$\begin{aligned}
 V_{b,0} \text{ (m/sec)} &= \mathbf{27} \\
 a_0 \text{ (m)} &= \mathbf{500} \\
 k_a &= \mathbf{0.02} \\
 a_s \text{ (m)} &= \mathbf{200} \quad (\text{Altitudine massima slm del sito ove sorge la costruzione}) \\
 \\
 V_b &= \mathbf{27} \quad \text{m/s} \\
 \alpha_r &= \mathbf{1.023} \\
 V_b \text{ (TR)} &= \mathbf{27.621} \quad \text{m/s} \\
 \rho &= \mathbf{1.25} \quad \text{Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

e quindi:

$$q_b = \mathbf{476.8} \quad \text{N/m}^2 = \mathbf{0.477} \quad \text{KN/m}^2$$

Coefficiente di forma - c_p

Per la valutazione del coefficiente di forma dell'impalcato si è fatto riferimento a quanto indicato nell'EC1-4.

Nello specifico si fa riferimento ad entrambe le situazioni di *Ponte Scarico* e *Ponte carico/ con Barriera Antirumore*, considerando quest'ultimo caso ai fini delle analisi, in quanto più gravoso o comunque pressoché coincidente con il caso di presenza del convoglio.

In particolare, con riferimento a quanto indicato negli schemi grafici di cui alla pagina seguente risulta:

$$d_{tot} (1) = 2.31 + 0.60 = 2.91\text{m} \quad (\text{Ponte scarico})$$

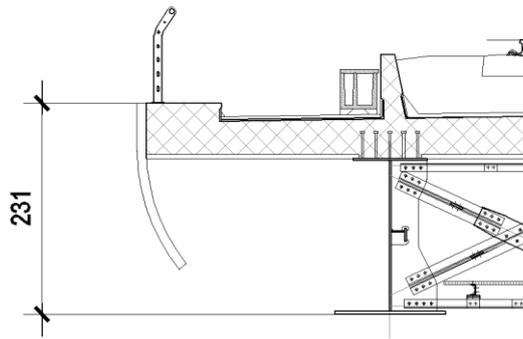
$$d_{tot} (2a) = 2.31 + 5.05 = 7.36\text{m} \quad (\text{Ponte con convoglio o Barriera antirumore su un solo lato})$$

$$d_{tot} (2b) = 2.31 + 2 \cdot 5.05 = 12.41 \text{ m} \quad (\text{Ponte con convoglio o Barriera antirumore su entrambi i lati})$$

Spalle: Relazione di calcolo

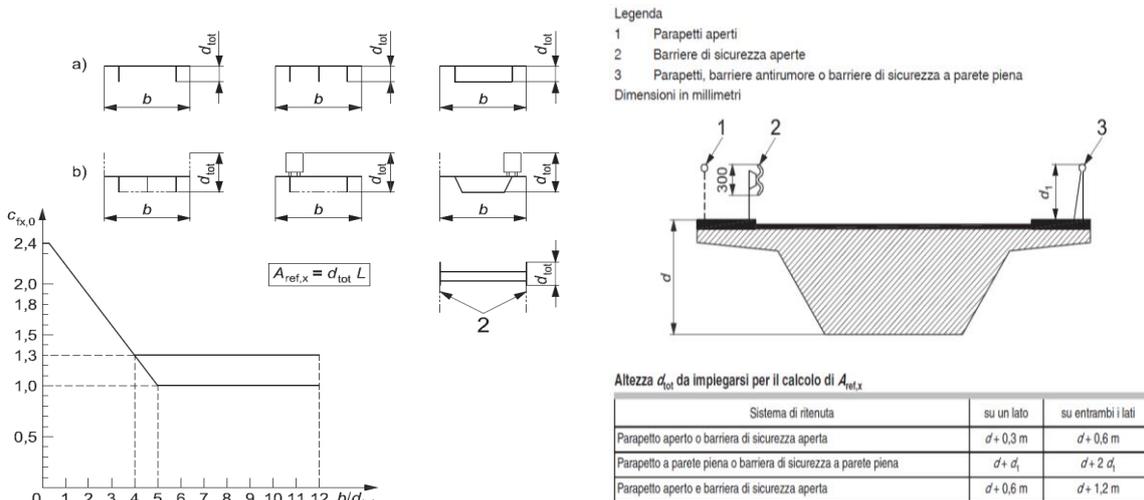
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	44 di 113

Essendo 5.05m, l'altezza complessiva della barriera antirumore tipo H=4 prevista sulle opere d'arte e d_{tot} la dimensione complessiva da considerare ai fini del calcolo della superficie totale d'impatto



e quindi:

LUCE IMPALCATO	$A_{TOT,1}$	$A_{TOT,2a}$	$A_{TOT,2b}$
30.0	$30.0 \times 2.91 \cong 87.3 \text{ m}^2$	$30.0 \times 7.36 \cong 220.8 \text{ m}^2$	$30.0 \times 12.41 \cong 372.3 \text{ m}^2$



Riferimenti EC1-4 per la valutazione del coefficiente di forma.

Si procede dunque, nel seguito, con il calcolo dei coefficienti di forma nei tre casi in riferimento:

Calcolo coefficiente di forma per impalcato Caso 1 (rif. §8.3.1 EC1-4)

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	45 di 113

d_{tot} (m)	1,97	
b (m)	13,7	larghezza totale dell'impalcato
b/ d_{tot} (-)	6,95	
C_{p1} :	1,30	coefficiente di forma

Calcolo coefficiente di forma per impalcato Caso 2a (rif. §8.3.1 EC1-4)

d_{tot} (m)	6,42	
b (m)	13,7	larghezza totale dell'impalcato
b/ d_{tot} (-)	2,13	
C_{p2a} :	1,90	coefficiente di forma

Calcolo coefficiente di forma per impalcato Caso 2b (rif. §8.3.1 EC1-4)

d_{tot} (m)	11,47	altezza totale di impatto
b (m)	13,7	larghezza totale dell'impalcato
b/ d_{tot} (-)	1,20	
C_{p2b} :	2,20	coefficiente di forma

Coefficiente di esposizione – c_e

Il coefficiente di esposizione, è definito al 3.3.7 del DM 14.01.08, dalle seguenti espressioni:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min} \quad (3.3.5)$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

dove

k_r , z_0 , z_{\min} sono assegnati in Tab. 3.3.II in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

c_t è il coefficiente di topografia.

Tabella 3.3.II – Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Il coefficiente di topografia è assunto, **pari ad 1**, come da indicazioni normative.

Per la determinazione invece degli altri parametri k_r , z_0 e z_{\min} è necessario invece definire la Categoria di esposizione del sito, che dipende dalla classe di rugosità del terreno e dalla distanza della costruzione della Costa secondo quanto indicato nelle tabelle seguenti:

Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi.....)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

ZONE 1,2,3,4,5						
		costa				
	mare			500m	750m	
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

Nello specifico, per il caso in specie risulta:

Distanza dalla Costa \cong 50 Km / Altitudine max : \cong 200 m

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	47 di 113

Classe di rugosità : D

→ Categoria di esposizione del sito: II

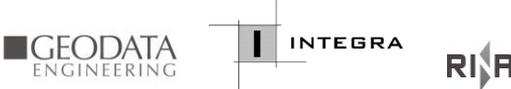
e quindi:

Caso 1

$$\begin{aligned}
 Z(m) &= 1.67 \text{ m} && \text{(Altezza della Costruzione)} \\
 Z_o &= 0.05 \text{ m} \\
 Z_{\min} &= 4.0 \text{ m} \\
 k_r &= 0.19 \\
 C_e(Z_{\min}) &= 1.80 \\
 C_e &= \boxed{1.80}
 \end{aligned}$$

Casi 2/2a

$$\begin{aligned}
 Z(m) &= 6.4 \text{ m} && \text{(Altezza della Costruzione)} \\
 Z_o &= 0.05 \text{ m} \\
 Z_{\min} &= 4.0 \text{ m} \\
 k_r &= 0.19 \\
 C_e(Z_{\min}) &= 1.80 \\
 C_e &= \boxed{2.08}
 \end{aligned}$$

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>48 di 113</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	48 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	48 di 113								

Coefficiente dinamico - cd

Il coefficiente dinamico è posto pari ad **1**, in accordo alle indicazioni di cui al DM 14.01.08.

Come anticipato ad inizio paragrafo, ai fini delle analisi si fa riferimento al caso di doppia barriera in quanto più gravoso ed in previsione di eventuali future integrazione degli elementi di mitigazione acustica.

Riepilogo pressioni del vento e azioni risultanti sull'opera caso 2b (Ponte con Treno/barriera su due lati)

$$P_{v2b} = q_b \times C_{e2} \times C_{p2b} \times C_d = 0.477 \times 2.08 \times 2.30 \times 1 = 2.227 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{pressione normale})$$

$$\text{Superficie totale di impatto} : 372.3 \text{ m}^2$$

Conseguentemente, in corrispondenza di ciascuna estremità dell'impalcato, agiranno, in direzione trasversale, le seguenti azioni:

$$V \cong 414.5 \text{ KN} \quad (\text{taglio trasversale})$$

$$M_t \cong 414.5 \times (7.36/2 + 0.20) = 1608.26 \text{ KNm} \quad (\text{momento torcente})$$

Gli scarichi sulle sottostrutture sono pertanto quelli riportati nelle tabelle seguenti, da intendersi riferiti a ciascuno appoggio di estremità dell'impalcato.

N	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
0.00	0.0	1608.3	0.0	414.5

6.1.9 Azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli

Per la valutazione delle azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli si è fatto riferimento a quanto riportato al punto 2.5.1.4.6 delle istruzioni RFI [RFI DTC SICS MA IFS 001 con riferimento al caso di "Superfici verticali parallele al binario".

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	49 di 113

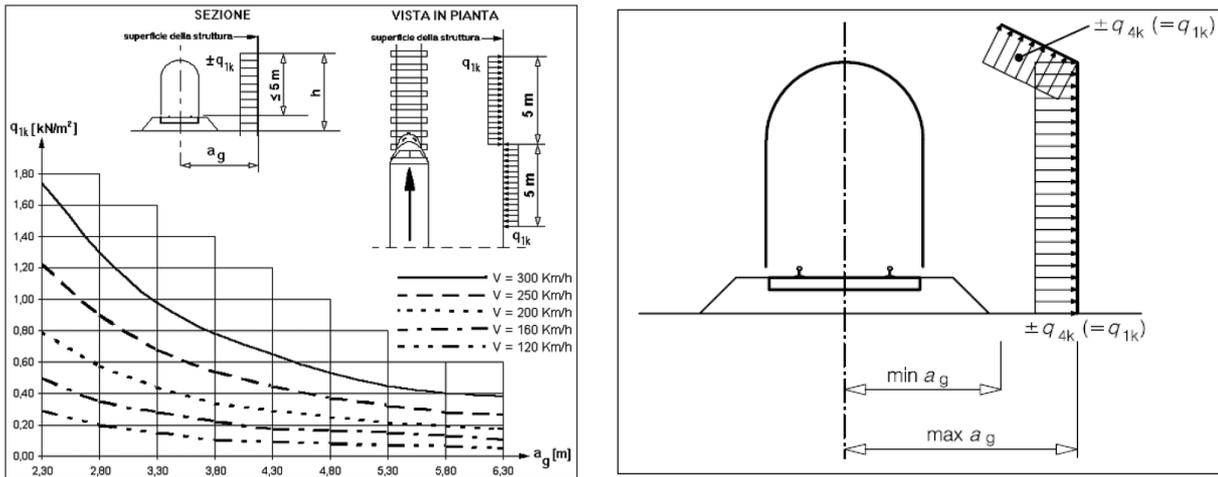


Figura 5 – Valori caratteristici delle azioni e definizione della distanza minima e massima della barriera dal convoglio [NTC – Fig. 5.2.8 e 5.2.11]

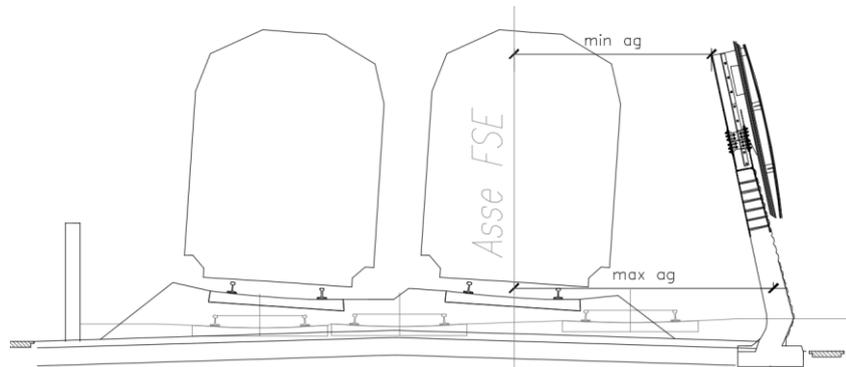


Figura 6 – Criterio di valutazione della distanza minima e massima del convoglio dalla barriera per i casi in esame

Per la linea in esame è possibile considerare, cautelativamente, convogli con forme aerodinamiche sfavorevoli e aventi velocità di linea pari a 160 km/h. Pertanto si ha:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	50 di 113

dmed = 4,00m

V= 160 Km/h

dal grafico :

qaK=	0.20	KN/m2	
Lb =	30.00	m	lunghezza barriera
hb=	5.05	m	altezza barriera
Yb=	2.50	m	altezza base barriera da testa muro frontale
ygb=	5.03	m	baricentro barriera da testa muro frontale

Qae1 - Caso di 1 treno

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0.00	0.0	76.2	0.0	15.2	Scarichi su spalla mobile
0.00	0.0	76.2	0.0	15.2	Scarichi su spalla fissa

Qae2 - Caso di 2 treni contemporanei (pressione + depressione)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
0.00	0.0	152.4	0.0	30.3	Scarichi su spalla mobile
0.00	0.0	152.4	0.0	30.3	Scarichi su spalla fissa

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

6.1.10 Tabelle riepilogo Scarichi impalcato

Di seguito si riporta un riepilogo degli scarichi trasmessi dall'impalcato alle sottostrutture per ciascuna delle condizioni di carico elementari prese in esame:

RIEPILOGO SCARICHI A TESTA SPALLA FISSA - CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI						
(Sollecitazioni riferite alla sezione del muro in asse Appoggi impalcato)						
Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Permanenti strutturali	G1	3250.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Permanenti NON strutturali	G2	2681.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Traffico - 1LM71	Q1,1a	2244.7	0.0	3771.1	0.0	0.0
Traffico - 1SW2	Q1,1b	2591.7	0.0	4354.1	0.0	0.0
Traffico - 2 LM71	Q1,2a	4489.4	0.0	359.1	0.0	0.0
Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	4836.4	0.0	386.9	0.0	0.0
Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	262.5	0.0	1365.0	0.0	0.0
Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	525.0	0.0	52.5	0.0	0.0
Carico Avviamento	Qa	134.2	0.0	0.0	1089.0	0.0
Frenatura LM71	Qf1	81.3	0.0	0.0	660.0	0.0
Frenatura SW2	Qf2	129.4	0.0	0.0	1050.0	0.0
Centrifuga 1 LM71	Qc1a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga 2 LM71	Qc1b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga SW2	Qc2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	385.0	0.0	110.0
Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	770.0	0.0	220.0
Vento	Qw	0.0	0.0	1608.3	0.0	414.5
Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	76.2	0.0	15.2
Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	152.4	0.0	30.3
Sisma Long con 2 LM71	Ex	519.9	0.0	0.0	5485.1	0.0
Sisma Trasv con 2 LM71	Ey	0.0	0.0	7383.0	0.0	2742.6
Sisma Vert con 2 LM71	Ez	1371.3	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 3 – Sollecitazioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture (SPALLA FISSA "S2")

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	52 di 113

RIEPILOGO SCARICHI APPOGGIO MOBILE PILA - CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI

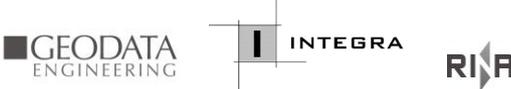
(Sollecitazioni riferite alla sezione del muro in asse Appoggi impalcato)

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Permanenti strutturali	G1	3250.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Permanenti NON strutturali	G2	2681.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Traffico - 1LM71	Q1,1a	2244.7	0.0	3771.1	0.0	0.0
Traffico - 1SW2	Q1,1b	2591.7	0.0	4354.1	0.0	0.0
Traffico - 2 LM71	Q1,2a	4489.4	0.0	359.1	0.0	0.0
Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	4489.4	0.0	359.1	0.0	0.0
Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	262.5	0.0	1365.0	0.0	0.0
Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	525.0	0.0	52.5	0.0	0.0
Carico Avviamento	Qa	134.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Frenatura LM71	Qf1	81.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Frenatura SW2	Qf2	129.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga 1 LM71	Qc1a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga 2 LM71	Qc1b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Centrifuga SW2	Qc2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	385.0	0.0	110.0
Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	770.0	0.0	220.0
Vento	Qw	0.0	0.0	1608.3	0.0	414.5
Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	76.2	0.0	15.2
Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	152.4	0.0	30.3
Sisma Long con 2 LM71	Ex	519.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma Trasv con 2 LM71	Ey	0.0	0.0	7383.0	0.0	2742.6
Sisma Vert con 2 LM71	Ez	1371.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Azioni Parassite dei vincoli	QP	Le sollecitazioni per azioni parassite sono inserite direttamente già combinate nella tabella di riepilogo delle sollecitazioni combinate.				

Tabella 4 – Sollecitazioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture (SPALLA MOBILE "S1")

Dove:

- T_L = risultante delle azioni orizzontali dirette lungo l'asse longitudinale dell'impalcato (taglio longitudinale);
- T_T = risultante delle azioni orizzontali dirette lungo l'asse trasversale dell'impalcato (taglio trasversale);
- N = risultante delle azioni verticali (sforzo normale);
- M_T = risultante delle azioni flettenti che provocano flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato (momento trasversale);
- M_L = risultante delle azioni flettenti che provocano flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato (momento longitudinale).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A	FOGLIO 53 di 113

6.2 Spinta del terreno del rilevato in condizioni statiche

La spinta del terreno del rilevato in condizioni statiche, viene valutata in termini di spinta a riposo, adottando un coefficiente di spinta pari a:

$$K_0 = (1 - \sin\phi)$$

Ne consegue che la spinta statica agente su un metro di parete con altezza H è pari a:

$$S_{stat} = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot k_0$$

La spinta così calcolata è applicata ad una altezza pari a H/3.

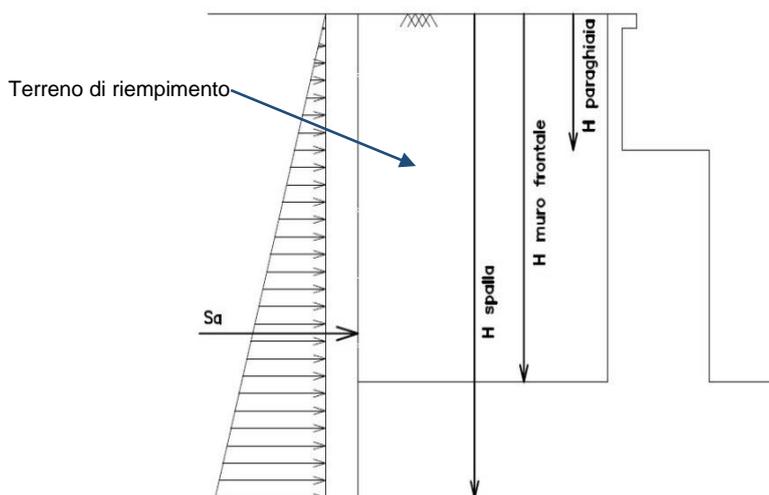


Figura 7: Spinta statica terreno di riempio

Per il terreno di riempimento si considera lo standard per rilevati ferroviari e si assegnano le seguenti caratteristiche meccaniche:

Parametri Geotecnici Terreno di riempimento		
γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
20	38	0

Tabella 5 – Caratteristiche terreno di riempimento

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	54 di 113

6.3 Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche

In aggiunta in condizioni statiche si considera un sovraccarico accidentale pari a $Q = 50.0 \text{ KN/m}^2$ gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa

La presenza del sovraccarico Q genera una spinta pari a:

$$S_q = Q \cdot H \cdot K_o$$

Tale spinta è applicata ad una altezza pari a $H/2$.

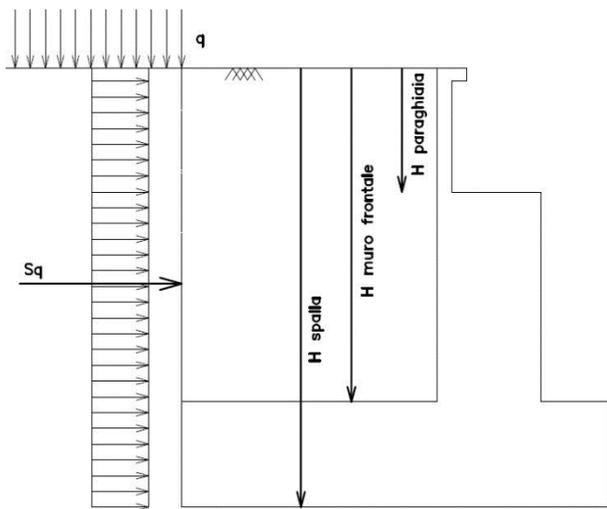
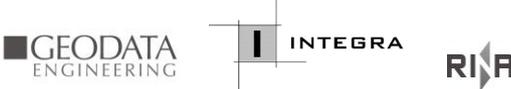


Figura 8: Spinta statica sovraccarico accidentale

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A	FOGLIO 55 di 113

6.4 Azione sismica

6.4.1 Azioni sismiche sulle Spalle

Per la valutazione dell'azione sismica associata ai carichi fissi propri e permanenti /accidentali agenti sulle spalle si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui il sisma è rappresentato da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k_h (coefficiente sismico orizzontale) o k_v (coefficiente sismico verticale) secondo quanto di seguito indicato:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v , relativi allo stato limite considerato, sono posti pari all'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo $T=0$, per la componente orizzontale, ed a quella corrispondente al periodo proprio $T=T_0$, per la componente verticale.

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

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

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

dove

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

g = accelerazione di gravità.

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

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

dove

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

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

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

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

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

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A	FOGLIO 56 di 113

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

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

Figura 9 – Coefficienti sismici (estratto D.M. 14/01/2008 p.to 7.11.6.2.1)

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

Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso alla spalla e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

In definitiva risulta:

$a_g/g =$	0.322
$\beta_m =$	1.00
$S_s =$	1.247
$S_T =$	1.00

$K_h =$	0.402	coefficiente sismico orizzontale
$K_v =$	0.201	coefficiente sismico verticale

Sulla scorta dei coefficienti sismici appena valutati, si è proceduto pertanto alla valutazione delle azioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture, avendo considerato, come mostrato successivamente nella tabella di riepilogo delle combinazioni di carico, il caso più gravoso in termini di massa sismica associata ai carichi variabili, corrispondente in particolare alla Condizioni di doppio binario carico con treno tipo LM71.

Di seguito il riepilogo delle Azioni inerziali:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	57 di 113

Caso con 2 LM71 (Sisma Long Ex)

ΔN	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
519.9	0.0	0.0	0.0	0.0
519.9	0.0	0.0	5485.1	0.0

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

Caso con 2 LM71 (Sisma trasv Ey)

ΔN	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
0.0	0.0	7383.0	0.0	2742.6
0.0	0.0	7383.0	0.0	2742.6

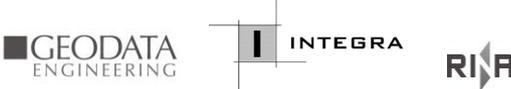
Scarichi su spalla mobile

Caso con 2 LM71 (Sisma vert Ez)

ΔN	ML	MT	TL	TT
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1371.3	0.0	0.0	0.0	0.0
1371.3	0.0	0.0	0.0	0.0

Scarichi su spalla mobile

Scarichi su spalla fissa

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A	FOGLIO 58 di 113

6.4.2 Sovrappinta sismica del terreno

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

$$\Delta S_s = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale risultante è applicata ad un'altezza pari ad H/2.

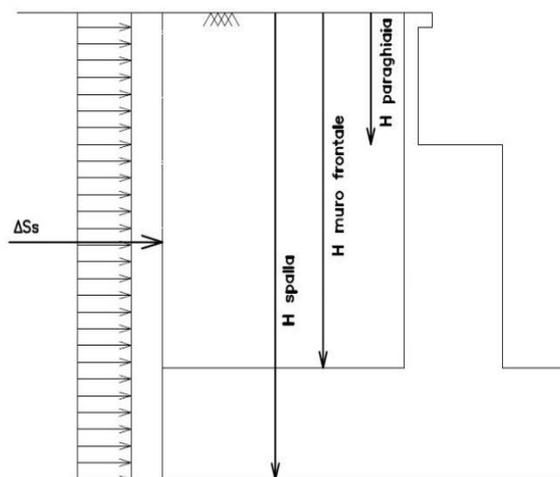


Figura 10: Incremento di spinta sismica

La spinta totale di progetto E_d esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è dunque data dalla somma della spinta a riposo, della spinta sismica e della spinta statica data dal sovraccarico accidentale combinata al 20% così come riportato nella Tabella 5.2.V delle NTC2008.

$$E_d = S_{\text{stat}} + 0.2 \cdot S_q + \Delta S_s$$

Infine, nel caso specifico non essendo presente la falda a tergo dell'opera, la spinta idrostatica è nulla

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>59 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	59 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	59 di 113								

7. COMBINAZIONI DI CARICO

La determinazione delle Sollecitazioni di Progetto utili al dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere oggetto del presente documento, è stata condotta utilizzando il metodo agli stati limite, secondo quanto specificato a riguardo al paragrafo 2.6 del DM 14.01.08, con riferimento all'Approccio 2.

Per la definizione dei criteri di combinazione degli effetti prodotti dalle singole condizioni elementari di carico previste sull'opera, si è fatto inoltre riferimento a quanto prescritto al prg 2.5.3 dello stesso DM , di seguito riproposto per completezza :

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Trattandosi nel caso in esame di opere ferroviarie, la definizione dei coefficienti parziali di combinazione (γ) e di partecipazione (ψ) è stata effettuata seguendo a riguardo le specifiche di cui al paragrafo 5.2.3 del DM 14.01.08 nonché quanto indicato nel relativo manuale di progettazione RFI già citato al paragrafo dei documenti di riferimento; nel seguito un estratto significativo sul tema dei documenti citati:

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	60 di 113

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

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

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F _{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T _k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0704 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">61 di 113</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	61 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	61 di 113								

Tabella 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71"++"SW/0")	-	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71"++"SW/0")	-	1,0 SW/2
2	Primo	1,0 (LM 71"++"SW/0")	-	1,0 (LM 71"++"SW/0")
	secondo	1,0 (LM 71"++"SW/0")	-	1,0 (LM 71"++"SW/0")
≥ 3	Primo	1,0 (LM 71"++"SW/0")	0,75 (LM 71"++"SW/0")	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71"++"SW/0")	0,75 (LM 71"++"SW/0")	1,0 (LM 71"++"SW/0")
	Altri	-	0,75 (LM 71"++"SW/0")	-

⁽¹⁾ LM71 "++" SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante
⁽¹⁾ Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc...)
⁽²⁾ La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Per la ricerca delle condizioni maggiormente gravose in termini di sollecitazioni di progetto sugli elementi, sono state esaminate, per ciascuno dei tre stati limite di verifica previsti dalla normativa (SLE, SLU e Sisma) 4 differenti configurazioni dei carichi variabili, corrispondenti in particolare ai gruppi di carico Gr1 e GR3, significativi per l'opera in esame, ovvero:

Configurazione 1 : 2 binari carichi con treno LM71 (Gruppo 1)

Configurazione 2 : 1 binario carico con treno LM71 + 1 binario carico con treno SW2 (Gruppo 3)

Configurazione 3 : 1 binario carico con treno LM71 (Gruppo 1)

Configurazione 4 : 1 binario carico con treno SW2 (Gruppo 1)

In concomitanza ai treni di carico sono state considerate tutte le azioni variabili a questi direttamente associate (frenatura, avviamento, ecc....) oltre agli altri carichi variabili di altra natura (vento, carichi variabili marciapiedi, azioni parassite vincoli, sisma) per un totale complessivo di 20 combinazioni di carico.

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF26 12 E ZZ CL VI0704 001 A 62 di 113

Azioni riferite alla sezione del muro in asse Appoggi im

Condizione	SLE-rara				SLE-frequente				SLU				SLV				GEO						
	Gr.1	Gr.3	Gr.1	Gr.1	Gr.1	Gr.3	Gr.1	Gr.1	Gr.1	Gr.3	Gr.1	Gr.1	Gr.1	Gr.3	Gr.1	Gr.1	Gr.1	Gr.3	Gr.1	Gr.1			
Permanenti strutturali	G1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
Permanenti NON strutturali	G2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3			
Traffico - 1LM71	Q1,1a			1.0			0.8				1.45									1.25			
Traffico - 1SW2	Q1,1b							0.8				1.45								1.25			
Traffico - 2 LM71	Q1,2a								0.6			1.45			0.2	0.2	0.2	0.2	1.25				
Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b		1.0			0.6				0.6		1.45							1.25				
Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1			0.8	0.8			0.64	0.64			1.2	1.2							1.04	1.04		
Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2			0.8	0.8			0.48	0.48			1.2	1.2							1.04	1.04		
Carico Avviamento	Qa	0.5	1.0	0.5	0.5	0.3	0.6	0.4	0.4	0.725	1.45	0.725	0.725							0.63	1.25	0.63	0.63
Frenatura LM71	Qf1					0.3				0.725										0.63			
Frenatura SW2	Qf2			1.0				0.6				1.45									1.25		
Centrifuga 1 LM71	Qc1a			0.5	1.0			0.3	0.8			0.725	1.45								0.63	1.25	
Centrifuga 2 LM71	Qc1b							0.6				1.45									1.25		
Centrifuga SW2	Qc2			0.5		1.0		0.3		0.8		0.725	1.45								0.63	1.25	
Serpeggio 1 treno	QS1				1.0	1.0			0.8	0.8			1.45	1.45							1.25	1.25	1.25
Serpeggio 2 treni	QS2			1.0	0.5			0.6	0.3			1.45	0.725								1.25	0.63	
Vento	Qw	0.6	0.6	0.6	0.6																		
Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1				1.0	1.0			0.8	0.8			1.45	1.45							1.25	0.63	
Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	1.0	0.5			0.6	0.3					1.45	0.725								1.25	0.63	
Sisma long con 2 LM71	Elong														1.0	0.3	1.0	0.3					
Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv														0.3	1.0	0.3	1.0					
Sisma Vert con 2 LM71	Evert														0.3	0.3	-0.3	-0.3					
p.p. spalla	SP_Gk1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
spalla sisma long	SP_Elong														1.0	0.3	1.0	0.3					
spalla sisma trasv	SP_Etrasv														0.3	1.0	0.3	1.0					
spalla sisma vert	SP_Evert														0.3	0.3	-0.3	-0.3					
p.p. rinterro	SP_Gk2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3
rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3
rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong														1.0	0.3	1.0	0.3					
rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv														0.3	1.0	0.3	1.0					
rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert														0.3	0.3	-0.3	-0.3					
permanente	SP_Gk3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3
permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3
accidentale	SP_Qk	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.8	0.8	1.45	1.45	1.45	1.45	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.25	1.25	1.25	1.25
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.8	0.8	1.45	1.45	1.45	1.45	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.25	1.25	1.25	1.25

Tabella 6 – Coefficienti di combinazione

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

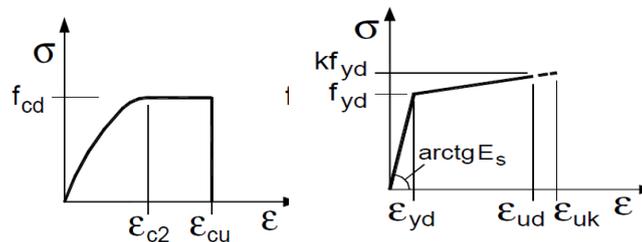
8. CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 14.01.08.

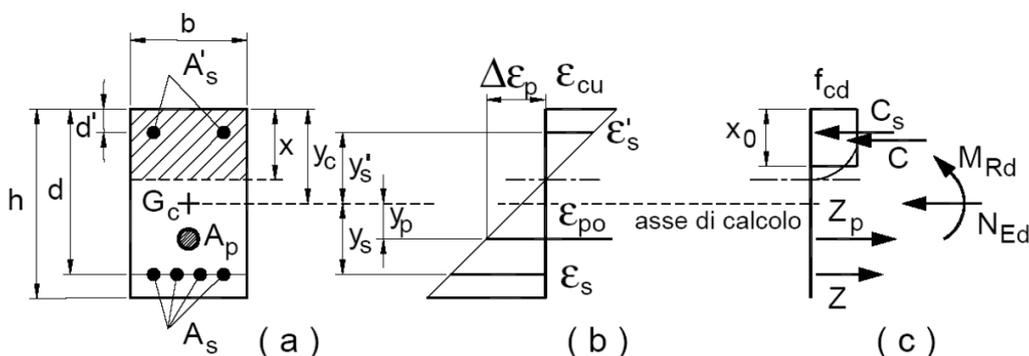
8.1 VERIFICHE ALLO SLU

8.1.1 Pressoflessione

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



Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>64 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	64 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	64 di 113								

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

dove

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

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

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

8.1.2 Taglio

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

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

Dove:

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

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

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

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

Essendo:

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

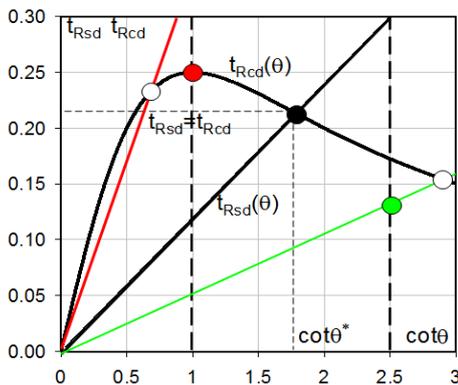
Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	65 di 113

NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

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



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

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

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

(θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f_{cd} = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

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

ω_{sw} : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

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

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>66 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	66 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	66 di 113								

8.2 VERIFICA SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

8.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento " Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 30-12-16 ", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalle: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0704 001</td> <td>A</td> <td>67 di 113</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	67 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	67 di 113								

8.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica a fessurazione consiste nel controllo dell'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio i cui valori limite sono stabiliti, nell'ambito del progetto di opere ferroviarie, nel documento RFI DTC SICS MA IFS 001 A – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 30/12/2016*).

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure δ_f dovrà rispettare i seguenti limiti:

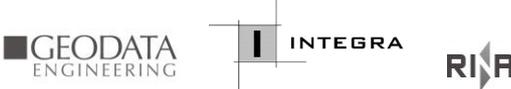
- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008 – Tab 4.1.III), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

Tabella 4.1.III – *Descrizione delle condizioni ambientali*

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4.1.III – DM 14.01.2008

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si adotta il limite **w1=0,20 mm** sia per le parti in elevazione che per quelle in fondazione, in quanto in entrambi i casi trattasi di strutture a permanente contatto col terreno:

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A	FOGLIO 68 di 113

9. MODELLI DI CALCOLO

9.1 Modello FEM

Entrambe le spalle sono state analizzate mediante l'uso di modelli agli elementi finiti (FEM) tridimensionali, rispettosi della reale geometria dell'opera e dei carichi applicati. Tali modelli fanno uso quasi esclusivo di elementi finiti piani di tipo lastra-piastra (shell).

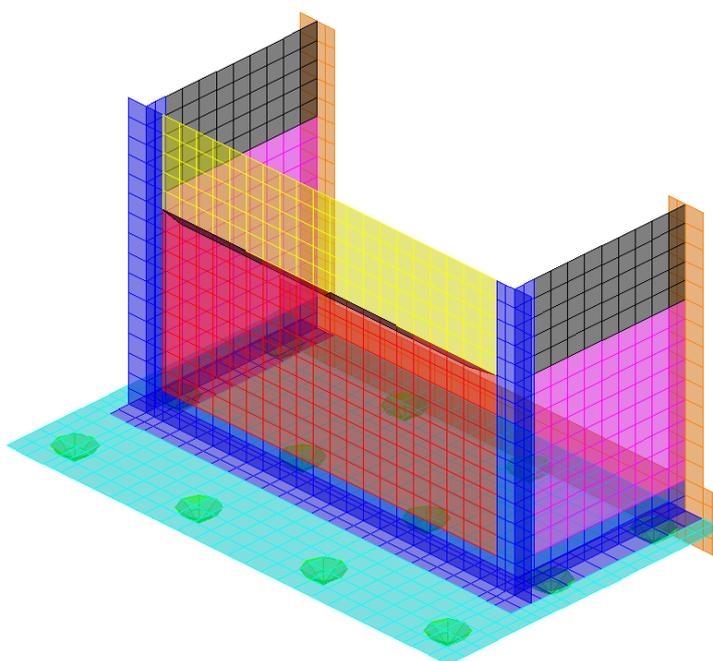
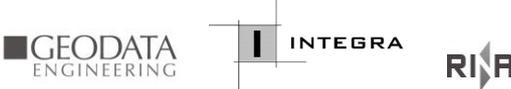


Figura 11 - Modello di calcolo, vista assometrica

Le porzioni di intersezione tra i muri (frontale/laterale) e tra essi e la fondazione, sono state esplicitamente considerate al fine di considerare il loro peso una volta sola ed agevolare le successive verifiche, evitando di sovrastimare le sollecitazioni agenti, mediante la lettura delle sollecitazioni al filo delle carpenterie. Similmente si sono adoperati elementi fittizi verticali di elevata flessibilità posti a tergo della spalla al fine di poter applicare le spinte agenti sull'intera porzione di carpenteria pertinente e non sottostimare il taglio sui pali.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

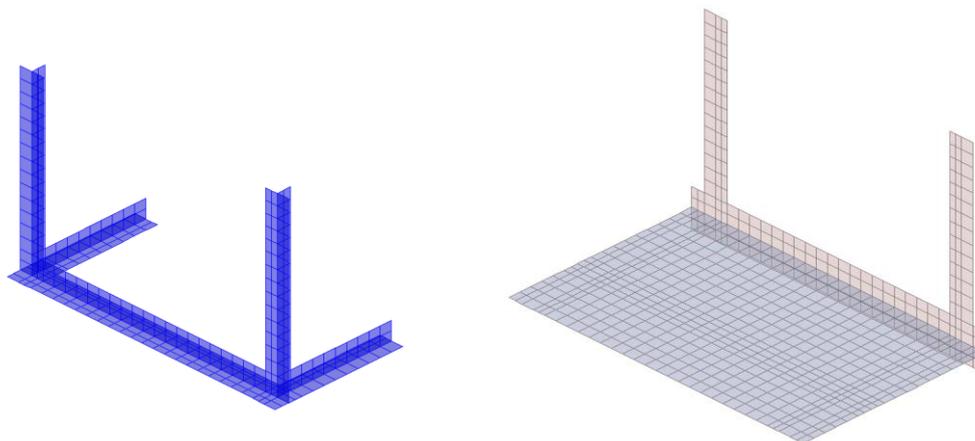


Figura 12 - Modello di calcolo: intersezioni carpenteria (sx), elementi fittizi verticali (dx)

La risultanti dei carichi derivanti dall'impalcato (N, MT, VT, VL) sono state applicate al modello mediante l'ausilio di un elemento asta (frame) dotato di carichi distribuiti la cui risultante è unitaria. L'elemento asta è collegato al muro frontale mediante elementi lastra-piastra di dimensioni opportune, tali da applicare la corretta eccentricità verticale rispetto al baricentro del muro.

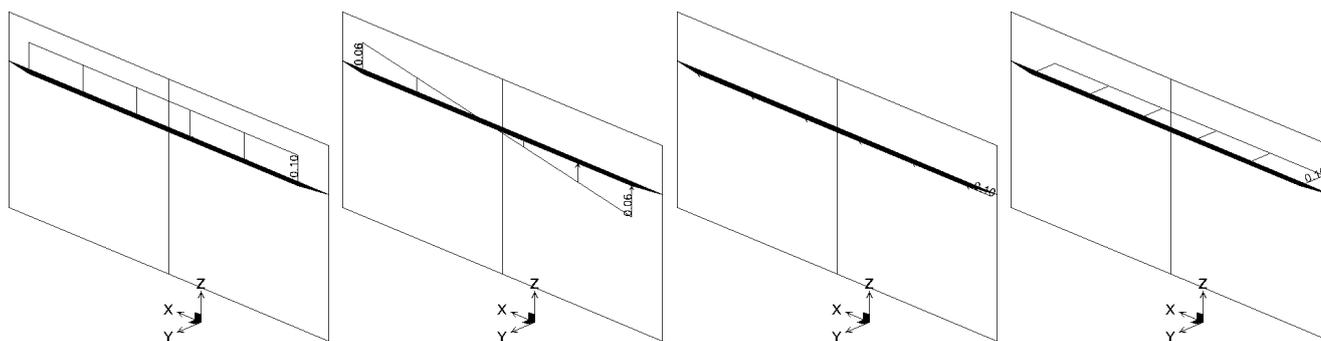


Figura 13 - Modello di calcolo: elementi fittizi per applicazione dei carichi derivanti dall'impalcato: N, MT, VT, VL

Il sistema di riferimento adottato è una terna destrorsa con l'asse delle Z positivo verso l'alto e l'asse X parallelo alla direzione trasversale dell'opera; l'origine è posta all'intradosso della fondazione nel baricentro della palificata.

Nel modello è stata modellata in via approssimata la presenza dei pali, al fine di cogliere meglio gli effetti sul plinto di fondazione. In particolare è stato modellato l'ingombro di ciascun palo così da evitare concentrazioni di tensioni spurie sugli elementi del plinto. La congruenza tra plinto e pali è realizzata in automatico dal programma di calcolo mediante speciali vincoli cinematici tra gli elementi lastra-piastra e i nodi che sopra essi ricadono (edge constraint). La parte terminale del palo, corrispondente all'intradosso del plinto, ha degli svincoli flessionali e torsionali, così che il palo possa trasmettere solo sforzo normale e tagli. Il vincolo relativo al palo è di tipo flessibile, assimilabile a quanto si otterrebbe mediante ripartizione rigida delle sollecitazioni sui pali.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	70 di 113

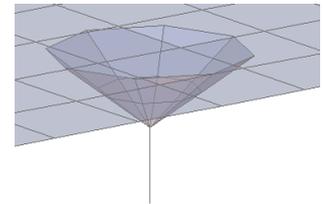
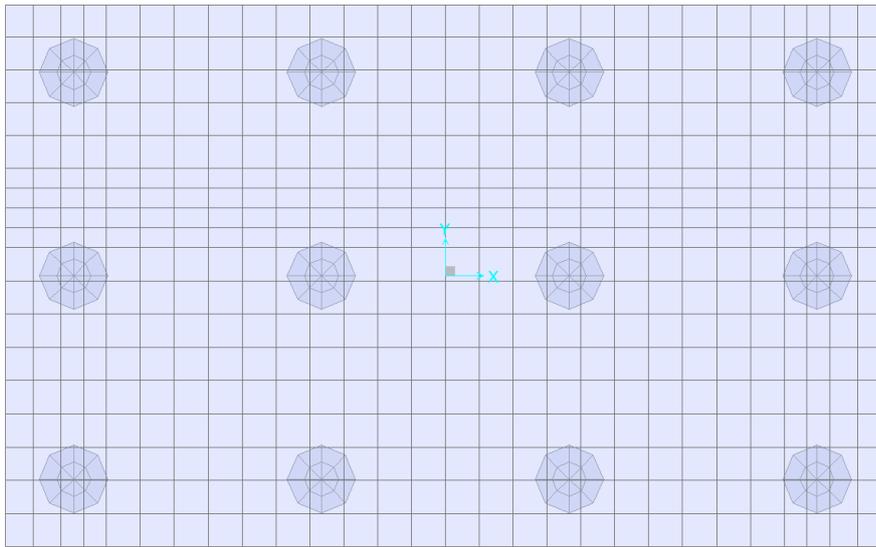


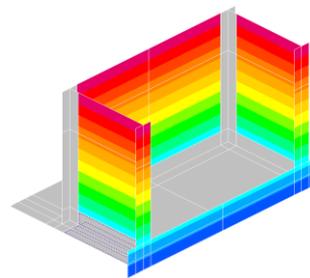
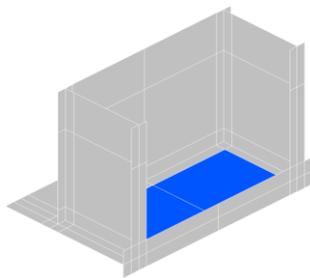
Figura 14 - Modello di calcolo: pali e vincoli

Oltre ai carichi derivanti dall'impalcato, si considerano i carichi relativi alla spalla, ed in particolare:

SP_Gk1 peso proprio della spalla

SP_Elong, SP_Etrasv, SP_Evert inerzie sismiche della carpenteria della spalla

SP_Gk2, SP_Gk2_h peso proprio del rinterro e spinta orizzontale sui muri

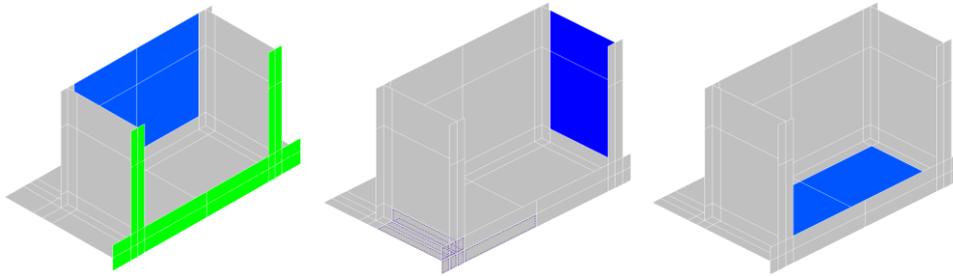


SP_Gk2_Elong, SP_Gk2_Etrasv, SP_Gk2_Evert

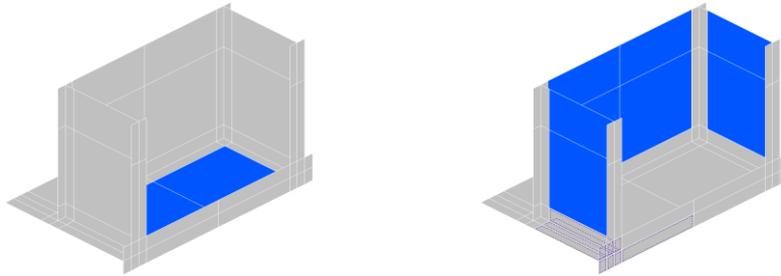
inerzia sismica del rinterro

Spalle: Relazione di calcolo

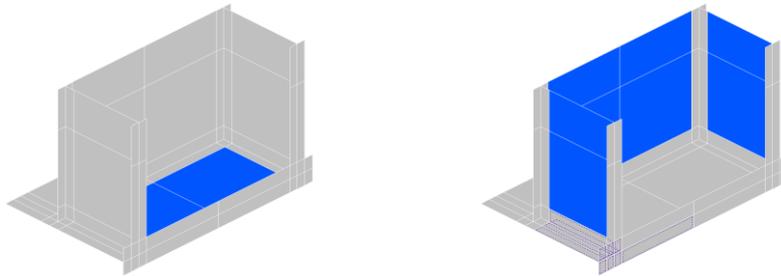
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	71 di 113

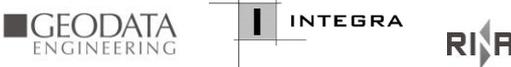


SP_Gk3, SP_Gk3_h peso proprio del carico permanente portato e spinta orizzontale sui muri



SP_Qk, SP_Qk_h carico accidentale sulla spalla e spinta orizzontale sui muri



	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A	FOGLIO 72 di 113

Al fine di identificare gli elementi in sede di verifica, si riportano in figura la numerazione degli stessi. In figura sono riportati i macroelementi che in sede di analisi sono automaticamente ridotti ad una mesh più fitta (~0.6m×0.6m).

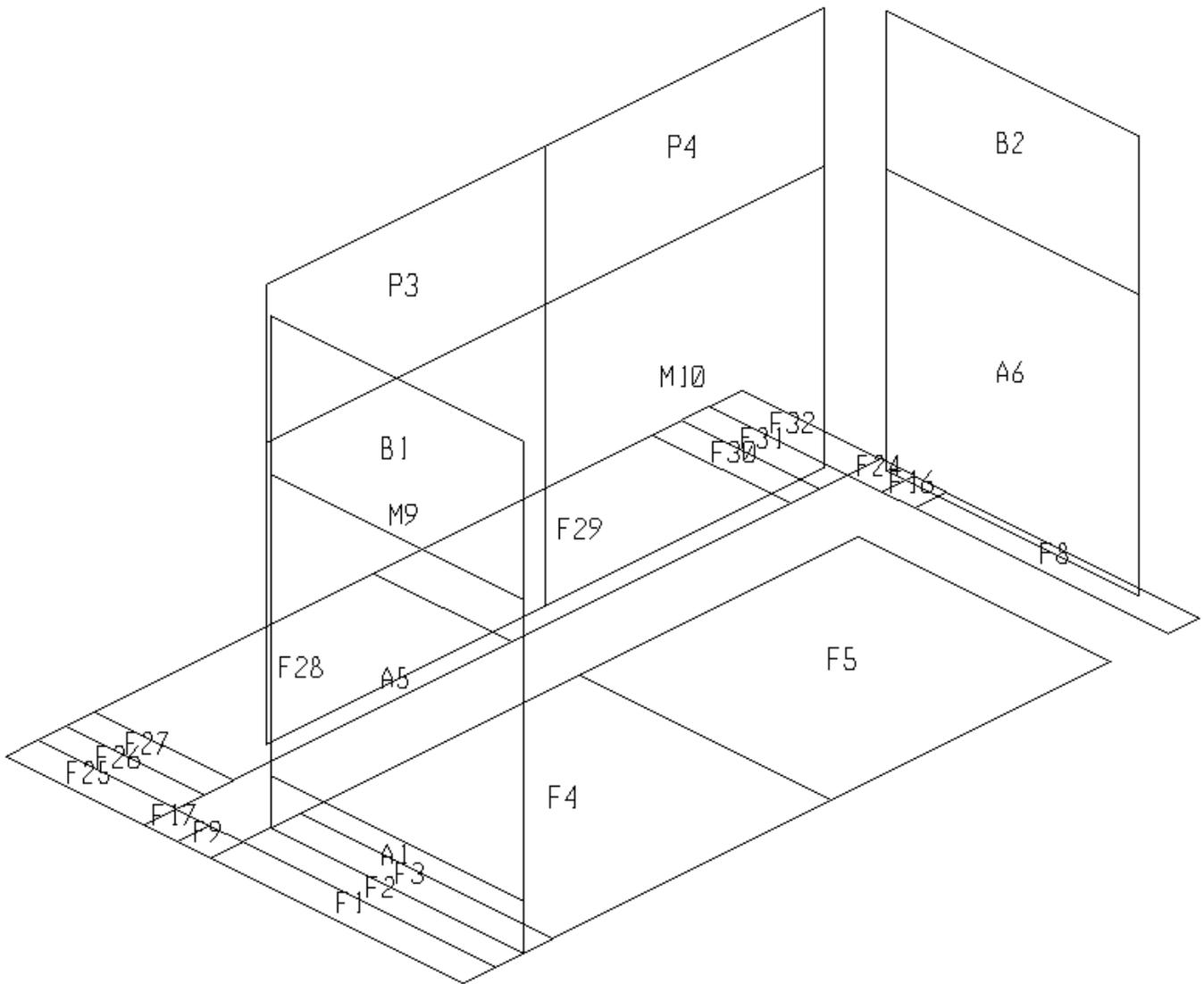


Figura 15 - Modello di calcolo: numerazione elementi

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	73 di 113

10. ANALISI E VERIFICA SPALLA MOBILE (S1)

10.1 Reazioni globali

Le reazioni globali agenti ad intradosso fondazione nel riferimento baricentrico dei pali sono:

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI IMPALCATO	Permanenti strutturali	G1	3250.5	6136.9	0.0	-130.0	0.0
	Permanenti NON strutturali	G2	2681.8	5063.2	0.0	-107.3	0.0
	Traffico - 1LM71	Q1,1a	2244.7	4238.0	-3771.1	-89.8	0.0
	Traffico - 1SW2	Q1,1b	2591.7	4893.1	-4354.1	-103.7	0.0
	Traffico - 2 LM71	Q1,2a	4489.4	8476.0	-359.1	-179.6	0.0
	Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	4489.4	8476.0	-359.1	-179.6	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	262.5	495.6	-1365.0	-10.5	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	525.0	991.2	-52.5	-21.0	0.0
	Carico Avviamento	Qa	134.2	214.7	0.0	0.0	0.0
	Frenatura LM71	Qf1	81.3	130.1	0.0	0.0	0.0
	Frenatura SW2	Qf2	129.4	207.0	0.0	0.0	0.0
	Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	-1177.0	0.0	-110.0
	Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	-2354.0	0.0	-220.0
	Vento	Qw	0.0	0.0	-4592.7	0.0	-414.5
	Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	-185.6	0.0	-15.2
	Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	-370.6	0.0	-30.3
	Sisma Long con 2 LM71	Elong	519.9	831.8	0.0	0.0	0.0
	Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0.0	0.0	-27129.7	0.0	-2742.6
Sisma Vert con 2 LM71	Evert	1371.3	2194.1	0.0	0.0	0.0	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	74 di 113

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI SPALLA	p.p. spalla	SP_Gk1	13752.8	328.4	0.0	0.0	0.0
	spalla sisma long	SP_Elong	0.0	15327.7	0.0	-5501.1	0.0
	spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-15327.7	0.0	-5501.1
	spalla sisma vert	SP_Evert	2750.6	65.7	0.0	0.0	0.0
	p.p. rinterro	SP_Gk2	9602.4	-20165.0	0.0	0.0	0.0
	rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	17771.7	0.0	-5651.1	0.0
	rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	0.0	78052.7	0.0	-15249.2	0.0
	rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.0	-23153.2	0.0	-3855.7
	rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	3855.9	-8097.5	0.0	0.0	0.0
	permanente	SP_Gk3	863.1	-1812.6	0.0	0.0	0.0
	permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	2952.5	0.0	-491.7	0.0
	accidentale	SP_Qk	2997.0	-6293.7	0.0	0.0	0.0
	accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	10261.8	0.0	-1708.9	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
COMBINAZIONI DI CARICO	SLE-rara	01_SLE1	38164.7	23684.6	-5881.3	-8285.3	-499.0
		02_SLE2	38320.6	23934.0	-4519.0	-8285.3	-373.8
		03_SLE3	35669.4	18985.1	-8981.4	-8187.1	-373.9
		04_SLE4	36016.4	19640.2	-9564.4	-8201.0	-373.9
	SLE-frequente	05_SLS1	34959.1	18320.8	-1875.4	-7523.2	-150.2
		06_SLS2	35052.6	18470.5	-1058.0	-7523.2	-75.1
		07_SLS3	34565.6	17243.1	-4980.6	-7825.7	-100.2
		08_SLS4	34843.2	17767.2	-5447.0	-7836.8	-100.2
	SLU	09_SLU1	54316.9	33926.3	-4534.3	-12314.0	-362.9
		10_SLU2	54542.9	34287.9	-2559.0	-12314.0	-181.5
		11_SLU3	50688.1	27092.2	-9081.9	-12171.2	-181.5
		12_SLU4	51191.3	28042.1	-9927.3	-12191.3	-181.5
	SLV	13_SLV1	34561.1	105224.9	-19755.0	-27508.0	-3629.8
		14_SLV2	34197.2	39276.4	-65682.4	-12982.8	-12099.4
		15_SLV3	29175.0	109986.3	-19755.0	-27508.0	-3629.8
		16_SLV4	28811.1	44037.7	-65682.4	-12982.8	-12099.4
	GEO	17_GEO1	44133.5	28219.6	-3909.2	-10637.4	-312.9
		18_GEO2	44328.3	28531.3	-2206.3	-10637.4	-156.4
		19_GEO3	41003.8	22325.3	-7836.8	-10514.3	-156.5

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

	20_GEO4	41437.5	23144.3	-8565.5	-10531.6	-156.5
--	---------	---------	---------	---------	----------	--------

10.2 Diagrammi di sollecitazione

Le massime sollecitazione flessionali agenti sugli elementi lastra-piastra sono:

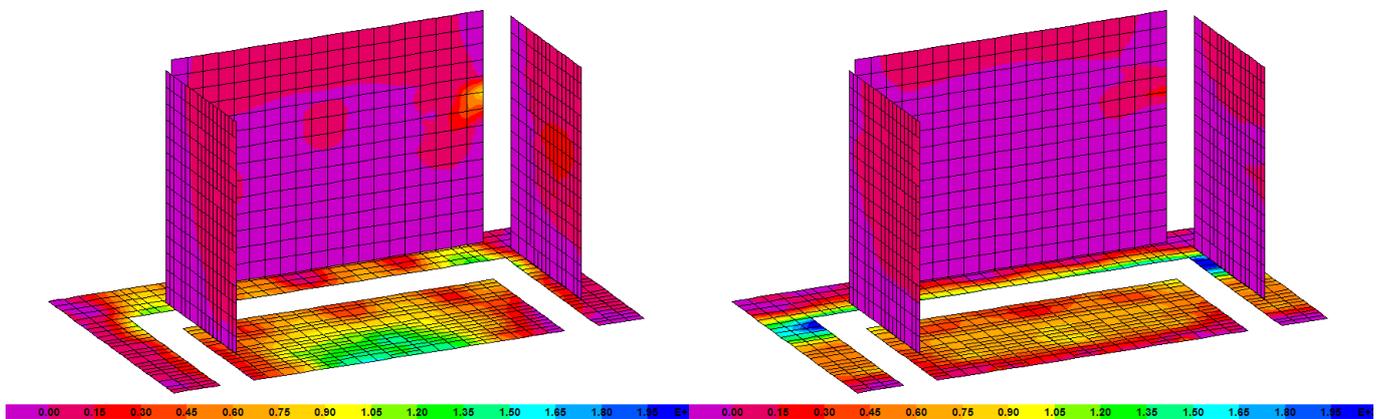


Figura 16 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

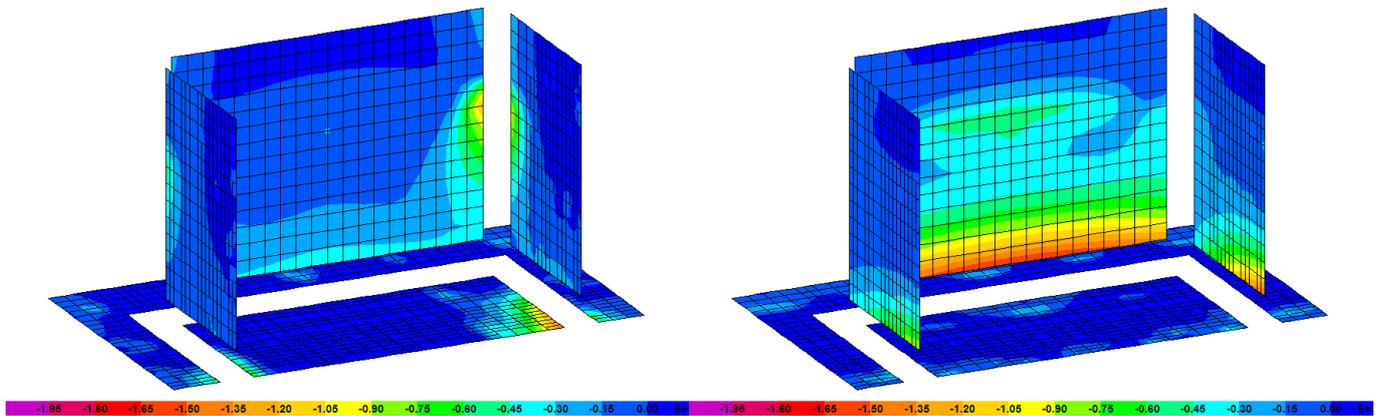
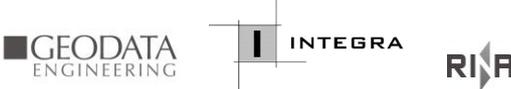


Figura 17 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

Sono positivi i momenti che tendono le fibre di intradosso della fondazione, e negativi i momenti che tendono le fibre contro terra dei muri (lato rinterro). Gli assi locali degli elementi lastra-piastra seguono la seguente convenzione: 1 rosso, 2 nero, 3 ciano.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A	FOGLIO 76 di 113

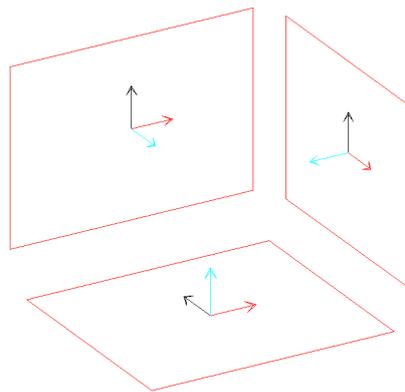


Figura 18 - assi locali elementi lastra-piastra

10.3 Verifiche a flessione e taglio dei muri e della fondazione

Per ciascuna sezione di verifica si riportano le tabelle con le sollecitazioni ottenute dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti.

In ciascuna tabella si riportano altresì le tensioni di calcolo per le verifiche agli stati limite di esercizio ed i coefficienti di sicurezza per le verifiche agli stati limite ultimi. Per le combinazioni per le quali è richiesta la verifica a fessurazione si riporta la massima tensione di trazione elastica nel calcestruzzo, qualora questa sia inferiore al limite di $f_{ctm}/1.2$ risulta soddisfatta la verifica di non formazione delle fessure, viceversa si procede con il calcolo dell'ampiezza delle fessure.

Diversamente dalla convenzione del programma di calcolo, sono positivi gli sforzi normali di compressione e negativi quelli di trazione. Tutte le sollecitazioni degli elementi lastra/piastra e le relative verifiche sono sviluppate per unità di lunghezza.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	77 di 113

10.3.1 Muro frontale

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato.

muro frontale	H	1700	elem.	M10-1
arm. verticali	tesa	fi26/100	direz.	2-2
	compr.	fi24/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	574	-685	-270	2.14	-43.3		
	02_SLE2	583	-688	-270	2.14	-43.0		
	03_SLE3	425	-638	-266	1.98	-47.4		
	04_SLE4	447	-644	-266	2.00	-46.7	$\sigma_{traz,el}$	
SLE-freq	05_SLS1	472	-590	-240	1.84	-38.6	-0.78	
	06_SLS2	478	-591	-240	1.84	-38.5	-0.78	
	07_SLS3	404	-599	-252	1.86	-44.3	-0.84	
	08_SLS4	421	-605	-252	1.88	-43.7	-0.84	
					[MPa]	2.14	-47.4	-0.84

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	787	-1004	-399	3.80
	10_SLU2	799	-1007	-399	3.80
	11_SLU3	571	-934	-394	3.92
	12_SLU4	602	-944	-394	3.90
SLV	13_SLV1	492	-1463	-731	2.46
	14_SLV2	498	-751	-345	4.81
	15_SLV3	507	-1397	-721	2.59
	16_SLV4	514	-685	-334	5.29
				2.46	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	4578	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1013	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1013	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	731	CS_V	1.38

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	78 di 113

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con muri andatori.

muro frontale	H	1700	elem.	M10-90
arm. orizzontali	tesa	fi22/100	direz.	1-1
	compr.	fi22/100		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	-13	-230	249	0.69	-41.3		
	02_SLE2	-15	-236	254	0.71	-42.5		
	03_SLE3	-27	-238	235	0.71	-44.5		
	04_SLE4	-20	-231	232	0.69	-42.4		
SLE-freq	05_SLS1	-13	-207	216	0.62	-37.3	$\sigma_{traz,el}$	
	06_SLS2	-14	-210	219	0.63	-38.0	-0.37	
	07_SLS3	-28	-231	226	0.69	-43.4	-0.38	
	08_SLS4	-23	-226	224	0.67	-41.8	-0.43	
					[MPa]	0.71	-44.5	-0.43

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-37	-363	383	6.35
	10_SLU2	-39	-371	390	6.20
	11_SLU3	-57	-375	362	6.10
	12_SLU4	-47	-365	358	6.30
SLV	13_SLV1	-142	1078	237	2.06
	14_SLV2	-466	-1347	664	1.47
	15_SLV3	-174	1064	247	2.07
	16_SLV4	-497	-1361	674	1.43
					1.43

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	4584	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1014	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1014	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	674	CS_V
				1.50

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	79 di 113

10.3.2 Paraghiaia

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato sul muro frontale.

paraghiaia	H	500	elem.	P4-1
arm. verticali	tesa	fi20/100	direz.	2-2
	compr.	fi20/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-24	-75	-80	2.24	-66.9	
	02_SLE2	-26	-75	-80	2.23	-67.1	
	03_SLE3	-5	-76	-80	2.30	-65.0	
	04_SLE4	-5	-76	-80	2.29	-65.0	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-15	-56	-62	1.67	-49.4	-1.09
	06_SLS2	-16	-56	-62	1.67	-49.5	-1.09
	07_SLS3	-6	-66	-71	2.00	-56.8	-1.28
	08_SLS4	-6	-66	-71	1.99	-56.7	-1.28
				[MPa]	2.30	-67.1	-1.28

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-41	-110	-117	4.32
	10_SLU2	-43	-110	-117	4.32
	11_SLU3	-13	-112	-117	4.30
	12_SLU4	-13	-111	-117	4.31
SLV	13_SLV1	-32	-394	-337	1.21
	14_SLV2	-15	-135	-133	3.56
	15_SLV3	-33	-394	-337	1.21
	16_SLV4	-16	-135	-133	3.55
					1.21

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1210	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	535	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	535	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	337	CS_V	1.59

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	80 di 113

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con muri andatori.

paraghiaia	H	500	elem.	P4-50
arm. orizzontali	tesa	fi16/100	direz.	1-1
	compr.	fi16/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-76	-63	84	2.15	-99.3	
	02_SLE2	-75	-63	85	2.16	-99.6	
	03_SLE3	-77	-61	82	2.10	-98.1	
	04_SLE4	-74	-61	82	2.10	-97.2	
SLE-freq	05_SLS1	-56	-50	66	1.74	-78.3	$\sigma_{traz,el}$ -1.13
	06_SLS2	-56	-50	66	1.74	-78.5	-1.13
	07_SLS3	-68	-56	74	1.91	-88.3	-1.26
	08_SLS4	-65	-55	74	1.91	-87.6	-1.26
				[MPa]	2.16	-99.6	-1.26

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-115	-93	125	3.18
	10_SLU2	-115	-93	126	3.17
	11_SLU3	-117	-91	121	3.24
	12_SLU4	-113	-91	121	3.26
SLV	13_SLV1	-207	-124	321	2.23
	14_SLV2	-430	-167	144	1.37
	15_SLV3	-213	-125	321	2.20
	16_SLV4	-436	-168	145	1.36
					1.36

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1216	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	538	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	538	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	321	CS_V 1.67

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	81 di 113

10.3.3 Muri andatori

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato (a tergo).

muro andatore	H	1200	elem.	A6-110
arm. verticali	tesa	fi26/100	direz.	2-2
	compr.	fi20/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-320	-517	-304	2.35	-123.2	
	02_SLE2	-322	-514	-304	2.33	-122.9	
	03_SLE3	-297	-520	-305	2.40	-121.7	
	04_SLE4	-301	-522	-305	2.41	-122.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-224	-435	-263	2.04	-99.5	-1.62
	06_SLS2	-225	-433	-262	2.03	-99.3	-1.61
	07_SLS3	-255	-475	-283	2.22	-109.8	-1.77
	08_SLS4	-258	-477	-284	2.23	-110.3	-1.78
				[MPa]	2.41	-123.2	-1.78

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-509	-757	-449	2.58
	10_SLU2	-512	-753	-449	2.59
	11_SLU3	-476	-762	-450	2.59
	12_SLU4	-481	-764	-451	2.57
SLV	13_SLV1	-1897	-674	-354	1.78
	14_SLV2	-638	-1258	-773	1.50
	15_SLV3	-1932	-642	-353	1.84
	16_SLV4	-673	-1225	-772	1.52
					1.50

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3171	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	1403	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1403	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	773	CS_V 1.82

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	82 di 113

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il muro frontale.

muro andatore	H	1200	elem.	A6-9
arm. orizzontali	tesa	fi20/100	direz.	1-1
	compr.	fi20/100		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-371	-285	-201	1.09	-144.1	
	02_SLE2	-374	-287	-202	1.09	-145.4	
	03_SLE3	-340	-281	-202	1.13	-137.9	
	04_SLE4	-341	-279	-201	1.12	-137.7	
SLE-freq	05_SLS1	-308	-237	-169	0.90	-119.8	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-310	-239	-169	0.91	-120.6	-1.07
	07_SLS3	-317	-260	-187	1.04	-128.2	-1.08
	08_SLS4	-319	-259	-186	1.03	-128.1	-1.16
				[MPa]	1.13	-145.4	-1.16

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-553	-429	-301	2.40
	10_SLU2	-558	-433	-302	2.38
	11_SLU3	-508	-423	-302	2.50
	12_SLU4	-510	-421	-301	2.51
SLV	13_SLV1	-1285	-429	-268	1.46
	14_SLV2	-390	-829	-604	1.35
	15_SLV3	-1291	-445	-276	1.40
	16_SLV4	-395	-845	-612	1.32
					1.32

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3180	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	703	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	703	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	612	CS_V
				1.15

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	83 di 113

10.3.4 Muri andatori alti

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato dal muro andatore.

muro andatore sup.	H	720	elem.	B2-62
arm. verticali	tesa	fi24/200	direz.	2-2
	compr.	fi20/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-44	-27	-37	0.39	-30.0	
	02_SLE2	-44	-27	-37	0.39	-29.9	
	03_SLE3	-38	-28	-37	0.42	-28.9	
	04_SLE4	-40	-28	-37	0.41	-29.4	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-26	-17	-26	0.25	-18.5	-0.20
	06_SLS2	-26	-17	-26	0.25	-18.5	-0.20
	07_SLS3	-29	-23	-32	0.34	-23.2	-0.26
	08_SLS4	-31	-23	-32	0.34	-23.6	-0.26
[MPa]					0.42	-30.0	-0.26

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-67	-39	-54	13.25
	10_SLU2	-67	-39	-53	13.28
	11_SLU3	-58	-40	-54	13.11
	12_SLU4	-61	-40	-54	13.09
SLV	13_SLV1	-170	-37	-51	13.10
	14_SLV2	-76	-132	-141	3.93
	15_SLV3	-169	-37	-50	13.41
	16_SLV4	-75	-132	-139	3.96
					3.93

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1823	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	403	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	403	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	141	CS_V 2.86

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	84 di 113

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il paraghiaia.

muro andatore sup.	H	720	elem.	B2-1
arm. orizzontali	tesa	fi16/100	direz.	1-1
	compr.	fi16/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-221	-67	-131	0.47	-111.7	
	02_SLE2	-223	-68	-132	0.48	-112.7	
	03_SLE3	-200	-66	-131	0.62	-105.5	
	04_SLE4	-202	-66	-131	0.59	-105.6	
SLE-freq	05_SLS1	-183	-56	-109	0.39	-92.5	$\sigma_{traz,el}$ -0.79
	06_SLS2	-184	-56	-110	0.39	-93.1	-0.80
	07_SLS3	-187	-61	-121	0.56	-98.0	-0.86
	08_SLS4	-188	-61	-121	0.54	-98.1	-0.85
				[MPa]	0.62	-112.7	-0.86

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-329	-101	-195	3.80
	10_SLU2	-332	-102	-196	3.76
	11_SLU3	-299	-100	-195	3.95
	12_SLU4	-301	-99	-195	3.97
SLV	13_SLV1	-751	-107	-178	2.32
	14_SLV2	-215	-194	-379	2.16
	15_SLV3	-753	-110	-181	2.24
	16_SLV4	-216	-198	-383	2.12
					2.12

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1835	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	812	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	812	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	383	CS_V 2.12

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	85 di 113

10.3.5 Plinto

Le verifiche sono riferite all'intradosso sotto il muro frontale.

plinto	H	2000	elem.	F17-5
arm. longitudinali	tesa	fi26/100	direz.	2-2
	compr.	fi24/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	74	1455	962	3.23	-147.7		
	02_SLE2	70	1479	976	3.28	-150.6		
	03_SLE3	90	1257	844	2.80	-125.4		
	04_SLE4	88	1272	854	2.83	-127.2	$\sigma_{traz,el}$	
SLE-freq	05_SLS1	60	1300	860	2.88	-132.5	-1.65	
	06_SLS2	57	1315	868	2.91	-134.3	-1.67	
	07_SLS3	77	1234	825	2.74	-124.1	-1.55	
	08_SLS4	75	1246	833	2.77	-125.6	-1.57	
					[MPa]	3.28	-150.6	-1.67

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	106	2133	1413	1.84
	10_SLU2	100	2168	1433	1.81
	11_SLU3	130	1844	1242	2.14
	12_SLU4	128	1866	1256	2.12
SLV	13_SLV1	364	2092	1730	1.99
	14_SLV2	264	848	743	4.80
	15_SLV3	390	1956	1648	2.14
	16_SLV4	290	712	661	5.75
				1.81	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	4744	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	2132	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	2132	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
		V_E [kN]	1730	CS_V	1.23

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	86 di 113

Le verifiche sono riferite all'intradosso sotto il muro andatore.

plinto	H	2000	elem.	F5-137
arm. trasversali	tesa	fi26/100	direz.	1-1
	compr.	fi24/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-313	-113	845	0.00	-42.1	
	02_SLE2	-314	-110	836	0.00	-43.1	
	03_SLE3	-318	-126	866	0.00	-42.7	
	04_SLE4	-318	-125	870	0.00	-42.6	
SLE-freq	05_SLS1	-270	-57	704	0.00	-45.9	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-270	-55	699	0.00	-46.5	-0.19
	07_SLS3	-296	-93	783	0.00	-43.1	-0.25
	08_SLS4	-296	-93	787	0.00	-43.3	-0.25
				[MPa]	0.00	-46.5	-0.25

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-466	-181	1264	18.90
	10_SLU2	-467	-176	1252	19.40
	11_SLU3	-473	-200	1295	17.07
	12_SLU4	-473	-199	1301	17.18
SLV	13_SLV1	-60	-729	2337	5.19
	14_SLV2	-744	-1090	1470	2.91
	15_SLV3	-62	-799	2224	4.73
	16_SLV4	-746	-1161	1357	2.73
					2.73

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	20	V_{Rcd} [kN]	4744	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	3331	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	3331	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	2337	CS_V
				1.43

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

10.4 Palificata

Le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione, sono state dedotte dal modello di calcolo e corrispondono, con ragionevole approssimazione, a quanto si otterrebbe mediante una ripartizione rigida delle azioni globali.

Il valore del momento flettente agente alla testa del palo (valore massimo) viene calcolato sulla base di quanto indicato nell'elaborato progettuale IF26.0.1.E.ZZ.CL.VI.07.0.3.002.A - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni.

D	1.2	m
α	2.25	-

10.4.1 Reazioni globali

Le massime azioni agenti in testa ai pali sono:

SL	Combo	Max N [kN]	Min N [kN]	Max T [kN]	Max M [kNm]
SLE	01_SLE1	3291.3	1745.9	565.6	1273
	02_SLE2	3282.9	1774.1	562.3	1265
	03_SLE3	3055	1655.8	555.6	1250
	04_SLE4	3107	1650	556.5	1252
SLS	05_SLS1	2860	1757.9	505.8	1138
	06_SLS2	2862.7	1774.7	504.1	1134
	07_SLS3	2858.8	1704.8	524.8	1181
	08_SLS4	2900.4	1700.2	525.5	1182
SLU	09_SLU1	4618	2546.7	830.8	1869
	10_SLU2	4617.4	2587.5	826.4	1859
	11_SLU3	4275.3	2414.9	816.7	1838
	12_SLU4	4350.6	2406.5	818	1841
SLV	13_SLV1	5571.4	-1034	1865	4196
	14_SLV2	4588.9	-35.4	1236.5	2782
	15_SLV3	5347.1	-1519.2	1864.9	4196
	16_SLV4	4364.6	-520.6	1236.4	2782
GEO	17_GEO1	3774.2	2044.6	717.6	1615
	18_GEO2	3772.5	2079.8	713.8	1606
	19_GEO3	3478.7	1930.9	705.4	1587
	20_GEO4	3543.6	1923.6	706.6	1590

Il taglio riportato è già la combinazione vettoriale dei tagli agenti nelle due direzioni.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

10.4.2 Verifiche strutturali pali di fondazione

<u>GEOMETRIA DELLA SEZIONE</u>		
Diametro del palo =	1200	mm
Copriferro netto c =	60	mm
Classe di resistenza calcestruzzo =	C25/30	Mpa
Classe di resistenza delle barre =	B450C	MPa
<u>ARMATURA PER I PRIMI 10 ø</u>		
<i>1° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	24	-
Diametro barre long.	40	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	88	mm
<i>2° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	24	-
Diametro barre long.	28	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	141	mm
<i>Armatura trasversale</i>		
Diametro barre trasv.	14	mm
Passo arm. trasv.	125	mm
Diametro corona esterna =	1066	mm
<u>VERIFICA ARMATURA MINIMA LONG.</u>		
$\rho_{min} =$	1.00%	
$A_c =$	1130973	mm ²
$A_{s,min} =$	11310	mm ²
Armatura long. tot $A_{sd,tot} =$	44334	mm ²
$\rho_l =$	3.92%	
	ok	

L'armatura indicata per il primo strato corrisponde ad un'armatura equivalente a 2 ferri fi 28 accoppiati con $f_{i,eq}=28\sqrt{2}$.

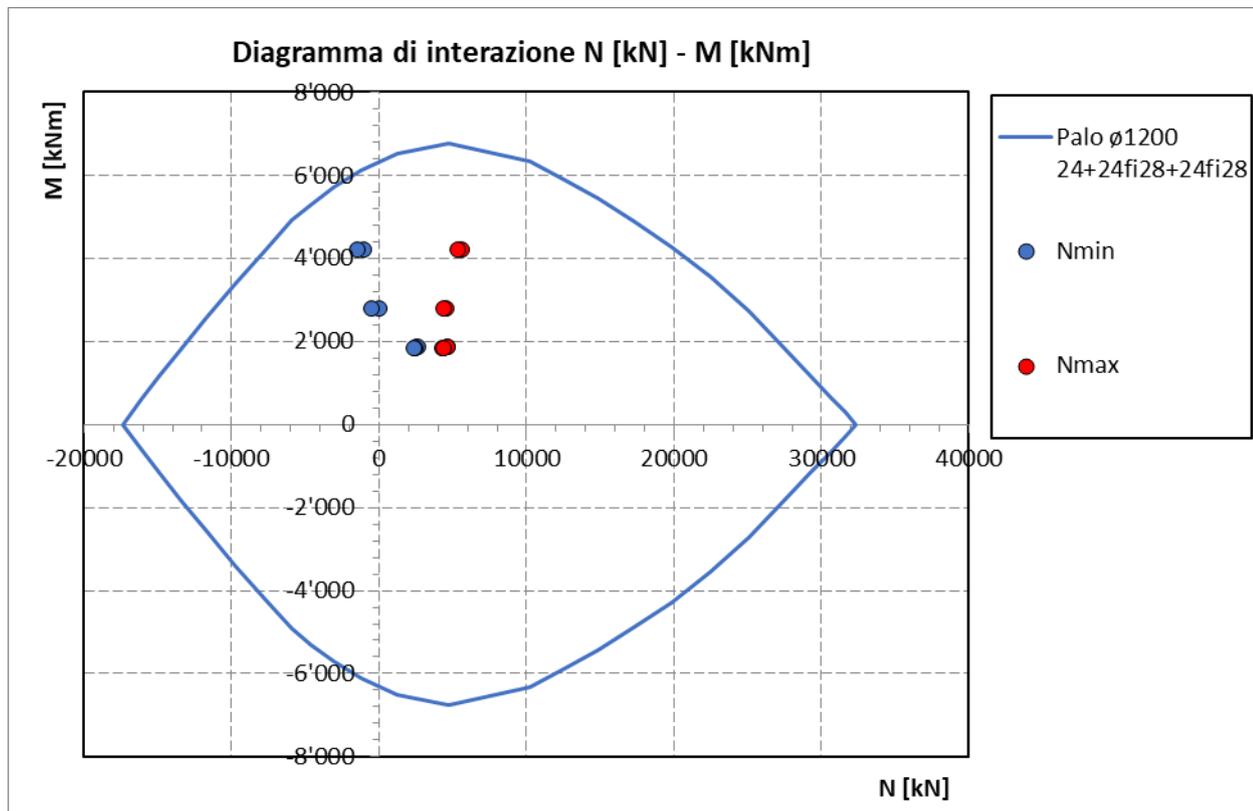
Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	89 di 113

10.4.2.1 Verifiche allo SLU

Presso-flessione

Sono riportate a seguire le verifiche SLU della sezione di sommità del palo maggiormente sollecitato, espresse in forma sintetica mediante il diagramma di interazione N – M.



La verifica è soddisfatta in quanto le coppie N-M delle sollecitazioni agenti nella sezione di verifica sono interne al dominio di resistenza per ogni condizione di carico indagata.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	90 di 113

Taglio

Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)			
classe cls	R_{ck}	30	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	f_{ck}	25	N/mm ²
	f_{cd}	14	N/mm ²
diametro	Φ	1200	mm
Area sezione	A	1130973	mm ²
copriferro	c	80	mm
Area sezione rettangolare equivalente	A_{eq}	941544	mm ²
altezza utile equivalente	d	931	mm
larghezza equivalente	b_w	1011	mm
altezza equivalente	h_{eq}	1118	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	σ_{cp}	0.000	N/mm ²
	α_c	1.00	
Acciaio	f_{yk}	450	N/mm ²
B450C	f_{yd}	391	N/mm ²
diametro staffe (spille)	\varnothing_w	14	mm
Area staffa (spilla)	A_{\varnothing_w}	154	mm ²
0.9 d	z	838	mm
passo spirale	s_w	125	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa	θ	21.8	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	2.50	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	α	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	As_w / s_w	2.46	mm ² /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	V_{Rsd}	2019	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	V_{Rcd}	2061	kN
taglio sollecitante	V_{Ed}	1865	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γ_{Rd}	1	
taglio resistente	V_{Rd}	2019	kN
	V_{Ed}	<	V_{Rd}
		verifica	
	FS	1.08	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	91 di 113

10.4.2.2 Verifiche allo SLE

Tensioni

La verifica SLE di tipo tensionale si effettua controllando che le massime tensioni normali agenti nella sezione risultino inferiori ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- tensione limite nel calcestruzzo: $\sigma_c = 0.55 f_{ck}$
- tensione limite nelle barre: $\sigma_s = 0.75 f_{yk}$

per le combinazioni SLE-QPE:

- tensione limite nel calcestruzzo: $\sigma_c = 0.40 f_{ck}$

04 SLE4

Verifica C.A. S.L.U. - File: VI07_S1_palo1200_24+24fi28+24fi28

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996

Titolo: []

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 600 [mm]
Raggio interno: 0 [mm]
N° barre uguali: 0
Diametro barre: 0 [mm]
Copri ferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 48 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	1232	0	512
2	1232	133	495
3	1232	256	443
4	1232	362	362
5	1232	443	256
6	1232	495	133

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

Metodo di calcolo
 S.L.U. S.I.U.
 Metodo n

Vertici: 50
Verifica
N° iterazioni: 3
 Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{cu} : 10 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5 ‰
 E_s : 200'000 N/mm² f_{cd} : 13.29
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8
 ϵ_{syd} : 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9.75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6
 τ_{ct1} : 1.829

σ_c : -5.777 N/mm²
 σ_s : 66.53 N/mm²
 ϵ_s : 0.3327 ‰
d: 1112 mm
x: 629.1 x/d: 0.5657
 δ : 1

Rck	30	MPa				
fck	24.9	MPa				
fyk	450	MPa				
σ_c	-5.77	MPa	<	0.55 fck =	-13.70	MPa VERO
σ_s	66.5	MPa	<	0.75 fyk =	337.5	MPa VERO
x	629	mm				1

Le verifiche sono soddisfatte.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	92 di 113

Fessurazione

La verifica SLE a fessurazione si effettua controllando che il massimo valore di apertura delle fessure risulti inferiore ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- apertura fessure limite: $w_{lim} = w_1 = 0.30 \text{ mm}$

		INPUT			OUTPUT		
		R_{ck}	30	Mpa	diff. def. armature-clc		
	dimensione	h	1200	mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.94E-04	-
	pos. baric. 1° strato	c_1	88	mm	distanza max fessure		
	diametro barre 1° strato	ϕ_1	40	mm	$s_{r,max}$	399	mm
	numero barre 1° strato	n_1	7.872		ampiezza fessure:		
	pos. baric. 2° strato	c_2	141	mm	w_k	0.077	mm
	diametro barre 2° strato	ϕ_2	28	mm	w_{lim}	0.300	mm
	numero barre 2° strato	n_2	7.872		La verifica è soddisfatta.		
	distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d	1090	mm			
		b_{eff}	127	mm			
	posizione asse neutro da lembo compresso	x	629	mm			
	Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$	67	Mpa			
	Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$	67	Mpa			
	altezza efficace	$h_{c,eff}$	190	mm			
	area efficace relativamente ad una singola barre	$A_{c,eff}$	24180	mm ²			
	percentuale di armatura relativa a $A_{c,eff}$	$\rho_{p,eff}$	0.076				
	(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	k_1	0.6				
	(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie)	k_1	0.8				
	(0.5 per flessione; 1 trazione)	k_2	0.5				
		k_3	3.4				
		k_4	0.425				

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	93 di 113

11. ANALISI E VERIFICA SPALLA FISSA (S2)

11.1 Reazioni globali

Le reazioni globali agenti ad intradosso fondazione nel riferimento baricentrico dei pali sono:

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI IMPALCATO	Permanenti strutturali	G1	3250.5	5200.8	0.0	0.0	0.0
	Permanenti NON strutturali	G2	2681.8	4290.9	0.0	0.0	0.0
	Traffico - 1LM71	Q1,1a	2244.7	3591.5	-3771.1	0.0	0.0
	Traffico - 1SW2	Q1,1b	2591.7	4146.7	-4354.1	0.0	0.0
	Traffico - 2 LM71	Q1,2a	4489.4	7183.0	-359.1	0.0	0.0
	Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	4836.4	7738.2	-386.9	0.0	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	262.5	420.0	-1365.0	0.0	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	525.0	840.0	-52.5	0.0	0.0
	Carico Avviamento	Qa	134.2	8055.5	0.0	-1089.0	0.0
	Frenatura LM71	Qf1	81.3	4882.1	0.0	-660.0	0.0
	Frenatura SW2	Qf2	129.4	7767.0	0.0	-1050.0	0.0
	Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	-1177.0	0.0	-110.0
	Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	-2354.0	0.0	-220.0
	Vento	Qw	0.0	0.0	-4592.7	0.0	-414.5
	Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	-185.6	0.0	-15.2
	Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	-370.6	0.0	-30.3
	Sisma Long con 2 LM71	Elong	519.9	40324.5	0.0	-5485.1	0.0
	Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0.0	0.0	-27129.7	0.0	-2742.6
Sisma Vert con 2 LM71	Evert	1371.3	2194.1	0.0	0.0	0.0	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	94 di 113

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI SPALLA	p.p. spalla	SP_Gk1	13138.1	-562.9	0.0	0.0	0.0
	spalla sisma long	SP_Elong	0.0	14061.6	0.0	-5255.2	0.0
	spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-14061.6	0.0	-5255.2
	spalla sisma vert	SP_Evert	2627.6	-112.6	0.0	0.0	0.0
	p.p. rinterro	SP_Gk2	9602.4	-20165.0	0.0	0.0	0.0
	rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	17331.9	0.0	-5194.4	0.0
	rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	0.0	76579.1	0.0	-13566.7	0.0
	rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.0	-23153.2	0.0	-3855.7
	rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	3855.9	-8097.5	0.0	0.0	0.0
	permanente	SP_Gk3	863.1	-1812.6	0.0	0.0	0.0
	permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	2952.5	0.0	-491.7	0.0
	accidentale	SP_Qk	2997.0	-6293.7	0.0	0.0	0.0
	accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	10261.8	0.0	-1708.9	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
COMBINAZIONI DI CARICO	SLE-rara	01_SLE1	37550.0	25527.5	-5881.3	-8269.4	-499.0
		02_SLE2	38052.9	35436.4	-4546.8	-9533.9	-373.8
		03_SLE3	35054.7	19158.9	-8981.4	-7939.4	-373.9
		04_SLE4	35401.7	19714.1	-9564.4	-7939.4	-373.9
	SLE-frequente	05_SLS1	34344.4	18210.7	-1875.4	-7236.1	-150.2
		06_SLS2	34646.1	24156.1	-1074.7	-7994.8	-75.1
		07_SLS3	33950.9	16774.3	-4980.6	-7488.7	-100.2
		08_SLS4	34228.5	17218.4	-5447.0	-7488.7	-100.2
	SLU	09_SLU1	53487.0	36714.5	-4534.3	-12274.9	-362.9
		10_SLU2	54216.2	51082.5	-2599.3	-14108.5	-181.5
		11_SLU3	49858.3	27463.3	-9081.9	-11796.4	-181.5
		12_SLU4	50361.4	28268.4	-9927.3	-11796.4	-181.5
	SLV	13_SLV1	33909.5	138626.2	-19375.2	-30334.8	-3556.0
		14_SLV2	33545.6	46950.6	-64416.3	-13319.9	-11853.5
		15_SLV3	28597.2	143494.5	-19375.2	-30334.8	-3556.0
		16_SLV4	28233.3	51818.9	-64416.3	-13319.9	-11853.5
	GEO	17_GEO1	43518.8	30913.4	-3909.2	-10621.1	-312.9
		18_GEO2	44147.3	43299.6	-2241.1	-12201.7	-156.4
		19_GEO3	40389.1	22935.9	-7836.8	-10208.6	-156.5

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

	20_GEO4	40822.8	23629.9	-8565.5	-10208.6	-156.5
--	---------	---------	---------	---------	----------	--------

11.2 Diagrammi di sollecitazione

Le massime sollecitazione flessionali agenti sugli elementi lastra-piastra sono:

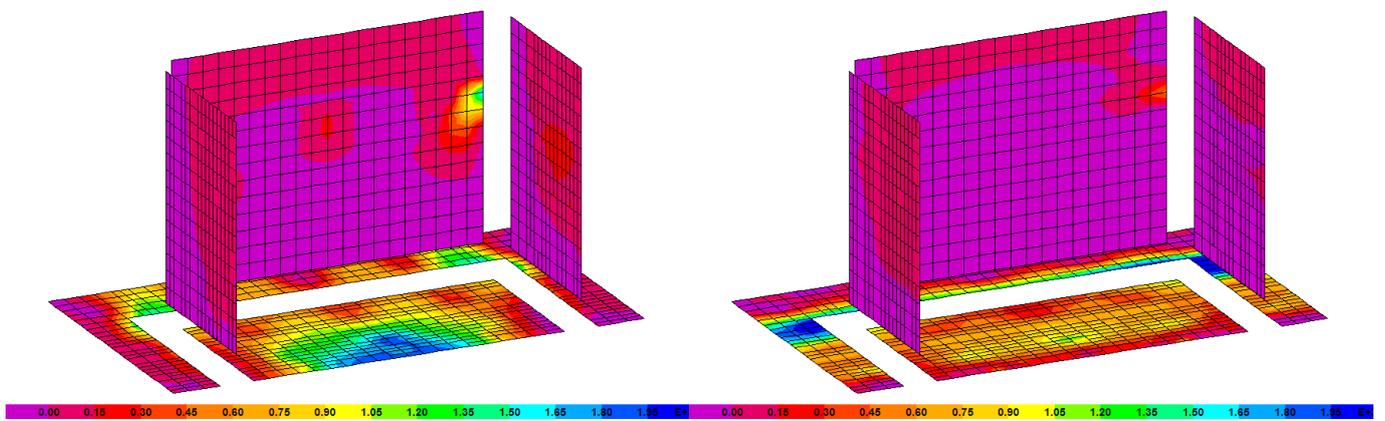


Figura 19 - involucro massimi positivi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

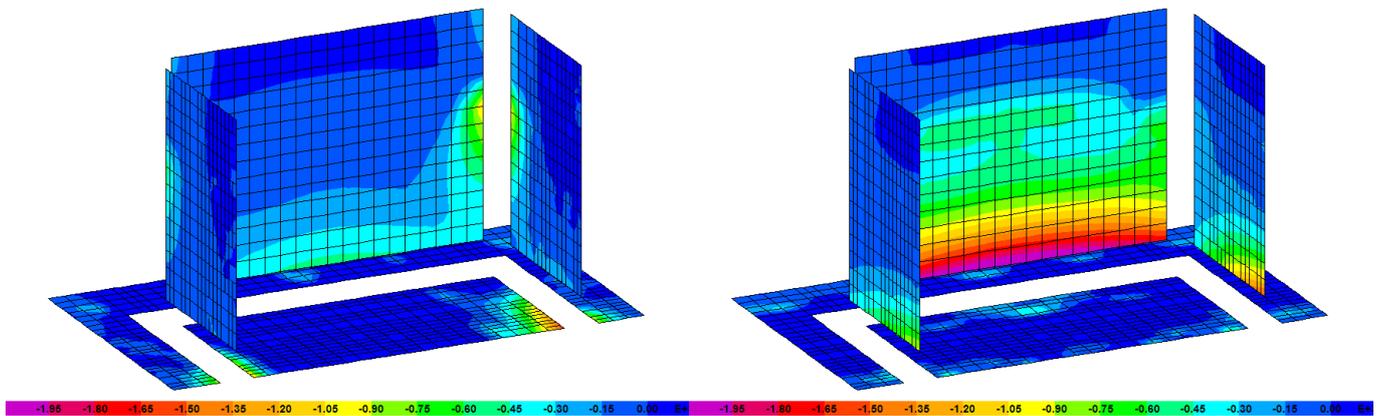
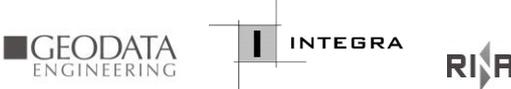


Figura 20 - involucro massimi negativi: direzione 1-1 (sx), direzione 2-2 (dz) – kNm/m

Sono positivi i momenti che tendono le fibre di intradosso della fondazione, e negativi i momenti che tendono le fibre contro terra dei muri (lato rinterro). Gli assi locali degli elementi lastra-piastra seguono la seguente convenzione: 1 rosso, 2 nero, 3 ciano.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A	FOGLIO 96 di 113

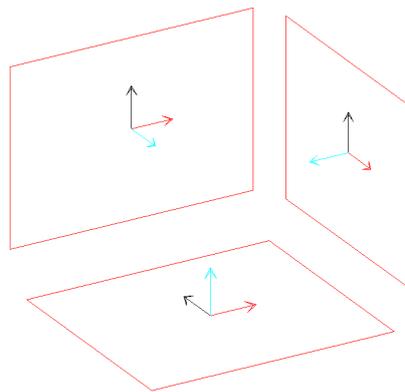


Figura 21 - assi locali elementi lastra-piastra

11.3 Verifiche a flessione e taglio dei muri e della fondazione

Per ciascuna sezione di verifica si riportano le tabelle con le sollecitazioni ottenute dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti.

In ciascuna tabella si riportano altresì le tensioni di calcolo per le verifiche agli stati limite di esercizio ed i coefficienti di sicurezza per le verifiche agli stati limite ultimi. Per le combinazioni per le quali è richiesta la verifica a fessurazione si riporta la massima tensione di trazione elastica nel calcestruzzo, qualora questa sia inferiore al limite di $f_{ctm}/1.2$ risulta soddisfatta la verifica di non formazione delle fessure, viceversa si procede con il calcolo dell'ampiezza delle fessure.

Diversamente dalla convenzione del programma di calcolo, sono positivi gli sforzi normali di compressione e negativi quelli di trazione. Tutte le sollecitazioni degli elementi lastra/piastra e le relative verifiche sono sviluppate per unità di lunghezza.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	97 di 113

11.3.1 Muro frontale

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato.

muro frontale	H	1700	elem.	M10-1
arm. verticali	tesa	fi26/100	direz.	2-2
	compr.	fi24/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	553	-718	-278	2.23	-48.4		
	02_SLE2	590	-849	-313	2.64	-61.5		
	03_SLE3	403	-647	-268	2.00	-50.2		
	04_SLE4	424	-652	-268	2.02	-49.3	$\sigma_{traz,el}$	
SLE-freq	05_SLS1	450	-595	-241	1.85	-40.8	-0.81	
	06_SLS2	472	-674	-262	2.10	-48.6	-0.93	
	07_SLS3	381	-600	-251	1.86	-46.0	-0.85	
	08_SLS4	398	-604	-252	1.87	-45.3	-0.85	
					[MPa]	2.64	-61.5	-0.93

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	759	-1052	-412	3.61
	10_SLU2	812	-1243	-462	3.08
	11_SLU3	541	-950	-397	3.83
	12_SLU4	571	-957	-397	3.83
SLV	13_SLV1	496	-1949	-864	1.85
	14_SLV2	481	-870	-376	4.14
	15_SLV3	514	-1883	-853	1.92
	16_SLV4	499	-804	-366	4.49
				1.85	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	4578	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1013	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1013	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
	V_E [kN]	864	CS_V	1.17	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	98 di 113

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con muri andatori.

muro frontale	H	1700	elem.	M10-90
arm. orizzontali	tesa	fi22/100	direz.	1-1
	compr.	fi22/100		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-9	-129	252	0.39	-23.4	
	02_SLE2	-11	125	269	0.37	-23.0	
	03_SLE3	-22	-185	235	0.55	-34.6	
	04_SLE4	-16	-180	232	0.54	-33.1	
SLE-freq	05_SLS1	-8	-161	216	0.49	-28.8	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-10	-9	226	0.01	-2.7	-0.02
	07_SLS3	-23	-196	225	0.58	-36.6	-0.36
	08_SLS4	-17	-193	223	0.58	-35.4	-0.35
				[MPa]	0.58	-36.6	-0.36

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-32	-215	386	10.73
	10_SLU2	-35	153	411	15.10
	11_SLU3	-50	-296	361	7.75
	12_SLU4	-41	-290	358	7.94
SLV	13_SLV1	-153	2150	285	1.03
	14_SLV2	-454	-1061	679	1.87
	15_SLV3	-185	2135	296	1.03
	16_SLV4	-486	-1076	689	1.82
					1.03

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	4584	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1014	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1014	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	689	CS_V
				1.47

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	99 di 113

11.3.2 Paraghiaia

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato sul muro frontale.

paraghiaia	H	500	elem.	P4-1
arm. verticali	tesa	fi20/100	direz.	2-2
	compr.	fi20/200		

Verifica tensioni in esercizio

Combo		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-23	-74	-78	2.23	-66.5	
	02_SLE2	-28	-73	-75	2.17	-65.9	
	03_SLE3	-4	-76	-79	2.29	-64.8	
	04_SLE4	-4	-76	-79	2.29	-64.7	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-14	-56	-61	1.67	-49.2	-1.09
	06_SLS2	-17	-55	-59	1.63	-48.8	-1.08
	07_SLS3	-4	-66	-70	2.00	-56.6	-1.28
	08_SLS4	-4	-66	-70	2.00	-56.5	-1.27
[MPa]					2.29	-66.5	-1.28

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-40	-109	-115	4.35
	10_SLU2	-47	-107	-111	4.43
	11_SLU3	-12	-111	-116	4.31
	12_SLU4	-12	-111	-116	4.32
SLV	13_SLV1	-38	-386	-322	1.23
	14_SLV2	-15	-133	-129	3.61
	15_SLV3	-39	-387	-322	1.23
	16_SLV4	-16	-133	-129	3.60
					1.23

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1210	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	535	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	535	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	322	CS_V 1.66

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	100 di 113

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con muri andatori.

paraghiaia	H	500	elem.	P4-50
arm. orizzontali	tesa	fi16/100	direz.	1-1
	compr.	fi16/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-71	-63	88	2.17	-98.3	
	02_SLE2	-70	-64	101	2.20	-99.2	
	03_SLE3	-73	-61	84	2.11	-96.9	
	04_SLE4	-69	-61	84	2.12	-96.0	
SLE-freq	05_SLS1	-51	-50	68	1.75	-77.1	$\sigma_{traz,el}$ -1.12
	06_SLS2	-51	-51	75	1.77	-77.7	-1.13
	07_SLS3	-63	-56	75	1.92	-87.1	-1.26
	08_SLS4	-60	-55	75	1.93	-86.3	-1.25
				[MPa]	2.20	-99.2	-1.26

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-109	-93	131	3.19
	10_SLU2	-108	-94	148	3.15
	11_SLU3	-111	-91	124	3.26
	12_SLU4	-107	-91	124	3.27
SLV	13_SLV1	-203	-126	367	2.20
	14_SLV2	-420	-168	157	1.38
	15_SLV3	-210	-127	367	2.17
	16_SLV4	-427	-169	157	1.37
					1.37

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1216	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	538	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	538	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	367	CS_V 1.46

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	101 di 113

11.3.3 Muri andatori

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato (a tergo).

muro andatore	H	1200	elem.	A6-110
arm. verticali	tesa	fi26/100	direz.	2-2
	compr.	fi22/100		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	-388	-519	-301	2.05	-129.2		
	02_SLE2	-592	-522	-297	1.71	-148.6		
	03_SLE3	-328	-521	-302	2.14	-124.2		
	04_SLE4	-329	-523	-302	2.15	-124.6	$\sigma_{traz,el}$	
SLE-freq	05_SLS1	-248	-435	-260	1.82	-101.4	-1.59	
	06_SLS2	-371	-437	-258	1.66	-112.8	-1.69	
	07_SLS3	-271	-476	-281	1.99	-110.9	-1.74	
	08_SLS4	-272	-477	-281	2.00	-111.3	-1.75	
					[MPa]	2.15	-148.6	-1.75

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	-608	-759	-445	2.50
	10_SLU2	-904	-764	-439	2.28
	11_SLU3	-521	-762	-447	2.55
	12_SLU4	-523	-765	-447	2.54
SLV	13_SLV1	-2675	-691	-334	1.13
	14_SLV2	-840	-1260	-766	1.41
	15_SLV3	-2710	-658	-333	1.15
	16_SLV4	-875	-1227	-765	1.43
				1.13	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3171	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	1403	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1403	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	766	CS_V
				1.83

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	102 di 113

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il muro frontale.

muro andatore	H	1200	elem.	A6-9
arm. orizzontali	tesa	fi24/100	direz.	1-1
	compr.	fi22/100		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-442	-289	-201	0.74	-109.1	
	02_SLE2	-645	-303	-202	0.00	-134.7	
	03_SLE3	-375	-282	-202	0.87	-100.2	
	04_SLE4	-374	-281	-201	0.86	-99.8	
SLE-freq	05_SLS1	-337	-238	-169	0.68	-86.9	$\sigma_{traz,el}$
	06_SLS2	-459	-247	-169	0.35	-102.3	-1.05
	07_SLS3	-338	-261	-187	0.82	-91.7	-1.16
	08_SLS4	-338	-260	-186	0.82	-91.4	-1.12
				[MPa]	0.87	-134.7	-1.16

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-657	-435	-301	3.56
	10_SLU2	-952	-455	-302	3.06
	11_SLU3	-559	-425	-302	3.76
	12_SLU4	-559	-423	-301	3.78
SLV	13_SLV1	-2087	-480	-270	1.60
	14_SLV2	-604	-844	-604	1.87
	15_SLV3	-2092	-496	-279	1.54
	16_SLV4	-609	-860	-613	1.83
					1.54

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3174	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	702	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	702	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	613	CS_V
				1.15

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	103 di 113

11.3.4 Muri andatori alti

Le verifiche sono riferite alla sezione di spiccato dal muro andatore.

muro andatore sup.	H	720	elem.	B2-62
arm. verticali	tesa	fi24/200	direz.	2-2
	compr.	fi20/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-45	-27	-37	0.39	-30.4	
	02_SLE2	-59	-27	-37	0.35	-33.4	
	03_SLE3	-37	-28	-37	0.42	-28.8	
	04_SLE4	-39	-28	-37	0.41	-29.2	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-24	-17	-26	0.26	-18.2	-0.20
	06_SLS2	-33	-17	-26	0.24	-20.1	-0.21
	07_SLS3	-27	-22	-32	0.35	-22.8	-0.26
	08_SLS4	-29	-22	-32	0.34	-23.2	-0.26
				[MPa]	0.42	-33.4	-0.26

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	-69	-39	-53	13.23
	10_SLU2	-89	-40	-53	13.06
	11_SLU3	-57	-40	-54	13.13
	12_SLU4	-60	-40	-54	13.11
SLV	13_SLV1	-215	-38	-51	12.58
	14_SLV2	-86	-132	-141	3.90
	15_SLV3	-214	-37	-50	12.88
	16_SLV4	-85	-132	-139	3.93
				3.90	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1823	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	403	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	403	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
	V_E [kN]	141	CS_V	2.87

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	104 di 113

Le verifiche sono riferite alla sezione d'angolo con il paraghiaia.

muro andatore sup.	H	720	elem.	B2-1
arm. orizzontali	tesa	fi18/100	direz.	1-1
	compr.	fi18/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-263	-68	-132	0.00	-97.7	
	02_SLE2	-383	-72	-133	0.00	-123.8	
	03_SLE3	-221	-67	-131	0.40	-88.1	
	04_SLE4	-221	-66	-131	0.39	-87.9	
SLE-freq	05_SLS1	-200	-56	-109	0.22	-77.0	$\sigma_{traz,el}$ -0.79
	06_SLS2	-272	-58	-110	0.00	-92.7	-0.90
	07_SLS3	-199	-61	-121	0.41	-80.3	-0.85
	08_SLS4	-200	-61	-121	0.39	-80.2	-0.84
				[MPa]	0.41	-123.8	-0.90

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-390	-103	-196	4.78
	10_SLU2	-564	-108	-197	4.04
	11_SLU3	-329	-100	-195	5.09
	12_SLU4	-330	-100	-195	5.12
SLV	13_SLV1	-1224	-121	-181	1.85
	14_SLV2	-341	-198	-380	2.55
	15_SLV3	-1225	-124	-184	1.79
	16_SLV4	-342	-202	-383	2.51
					1.79

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1832
s_1 [mm]	200	V_{Rsd} [kN]	810
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	810
		V_E [kN]	383
		CS_V	2.11

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	105 di 113

11.3.5 Plinto

Le verifiche sono riferite all'intradosso sotto il muro frontale.

plinto	H	2000	elem.	F17-5
arm. longitudinali	tesa	fi26/100	direz.	2-2
	compr.	fi24/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE-rara	01_SLE1	62	1463	970	3.24	-149.6		
	02_SLE2	76	1631	1096	3.61	-166.2		
	03_SLE3	74	1242	834	2.76	-125.2		
	04_SLE4	72	1256	843	2.79	-126.9	$\sigma_{traz,el}$	
SLE-freq	05_SLS1	43	1282	847	2.83	-132.0	-1.63	
	06_SLS2	51	1383	922	3.06	-142.0	-1.76	
	07_SLS3	59	1211	808	2.68	-123.1	-1.53	
	08_SLS4	57	1222	815	2.71	-124.5	-1.55	
					[MPa]	3.61	-166.2	-1.76

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M	
SLU	09_SLU1	88	2150	1427	1.82
	10_SLU2	108	2393	1610	1.64
	11_SLU3	106	1828	1229	2.15
	12_SLU4	103	1848	1242	2.13
SLV	13_SLV1	382	2558	2082	1.63
	14_SLV2	248	956	820	4.25
	15_SLV3	408	2427	2003	1.73
	16_SLV4	273	824	741	4.95
				1.63	

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$		
ϕ [mm]	20	V_{Rcd} [kN]	4744	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	3331	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	3331	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$	
	V_E [kN]	2082	CS_V	1.60	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	106 di 113

Le verifiche sono riferite all'intradosso sotto il muro andatore.

plinto	H	2000	elem.	F5-137
arm. trasversali	tesa	fi26/200	direz.	1-1
	compr.	fi24/200		

Verifica tensioni in esercizio

	Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE-rara	01_SLE1	-260	-135	917	0.00	-76.4	
	02_SLE2	-234	-181	1086	0.00	-81.0	
	03_SLE3	-270	-138	905	0.00	-78.9	
	04_SLE4	-270	-137	907	0.00	-78.7	$\sigma_{traz,el}$
SLE-freq	05_SLS1	-223	-68	737	0.00	-55.7	-0.20
	06_SLS2	-207	-96	839	0.00	-58.5	-0.23
	07_SLS3	-250	-102	810	0.00	-67.8	-0.26
	08_SLS4	-250	-100	811	0.00	-67.6	-0.26
				[MPa]	0.00	-81.0	-0.26

Resistenza a flessione

		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU	09_SLU1	-387	-212	1369	7.45
	10_SLU2	-349	-280	1615	5.77
	11_SLU3	-401	-217	1352	7.21
	12_SLU4	-402	-215	1355	7.28
SLV	13_SLV1	105	-934	3037	2.18
	14_SLV2	-670	-1143	1654	1.15
	15_SLV3	102	-1004	2923	2.03
	16_SLV4	-673	-1213	1540	1.08
					1.08

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	20	V_{Rcd} [kN]	4744	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	3331	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	3331	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	3037	CS_V
				1.10

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

11.4 Palificata

Le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione, sono state dedotte dal modello di calcolo e corrispondono, con ragionevole approssimazione, a quanto si otterrebbe mediante una ripartizione rigida delle azioni globali.

Il valore del momento flettente agente alla testa del palo (valore massimo) viene calcolato sulla base di quanto indicato nell'elaborato progettuale IF26.0.1.E.ZZ.CL.VI.07.0.3.002.A - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni.

D	1.2	m
α	2.13	-

11.4.1 Reazioni globali

Le massime azioni agenti in testa ai pali sono:

SL	Combo	Max N [kN]	Min N [kN]	Max T [kN]	Max M [kNm]
SLE	01_SLE1	3301.3	1652.6	564.5	1202.4
	02_SLE2	3583.5	1431.5	645.5	1374.9
	03_SLE3	3019	1609.4	539.1	1148.3
	04_SLE4	3068.2	1606.4	539.1	1148.3
SLS	05_SLS1	2816.1	1719.5	486.6	1036.5
	06_SLS2	2994	1586.8	535.5	1140.6
	07_SLS3	2805	1676.6	502.3	1069.9
	08_SLS4	2844.3	1674.1	502.3	1069.9
SLU	09_SLU1	4639.9	2412.2	828.1	1763.9
	10_SLU2	5063.1	2091.6	946.1	2015.2
	11_SLU3	4230.3	2348.4	791.7	1686.3
	12_SLU4	4301.7	2344	791.7	1686.3
SLV	13_SLV1	6444.2	-2011.6	2053.2	4373.3
	14_SLV2	4733.9	-272.4	1247.6	2657.4
	15_SLV3	6227.8	-2494.8	2053.1	4373.1
	16_SLV4	4517.5	-755.6	1247.5	2657.2
GEO	17_GEO1	3807.8	1927.2	716.5	1526.1
	18_GEO2	4171.5	1650.9	818.2	1742.8
	19_GEO3	3454.6	1872.1	685	1459.1
	20_GEO4	3516.1	1868.4	685	1459.1

Il taglio riportato è già la combinazione vettoriale dei tagli agenti nelle due direzioni.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalle: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0704 001	REV. A

11.4.2 Verifiche strutturali pali di fondazione

GEOMETRIA DELLA SEZIONE		
Diametro del palo =	1200	mm
Copriferro netto c =	60	mm
Classe di resistenza calcestruzzo =	C25/30	Mpa
Classe di resistenza delle barre =	B450C	MPa
ARMATURA PER I PRIMI 10 ø		
<i>1° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	24	-
Diametro barre long.	40	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	88	mm
<i>2° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	24	-
Diametro barre long.	28	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	141	mm
<i>Armatura trasversale</i>		
Diametro barre trasv.	14	mm
Passo arm. trasv.	125	mm
Diametro corona esterna =	1066	mm
VERIFICA ARMATURA MINIMA LONG.		
$\rho_{min} =$	1.00%	
$A_c =$	1130973	mm ²
$A_{s,min} =$	11310	mm ²
Armatura long. tot $A_{sd,tot} =$	44334	mm ²
$\rho_l =$	3.92%	
	ok	

L'armatura indicata per il primo strato corrisponde ad un'armatura equivalente a 2 ferri fi 28 accoppiati con $f_{i,eq}=28\sqrt{2}$.

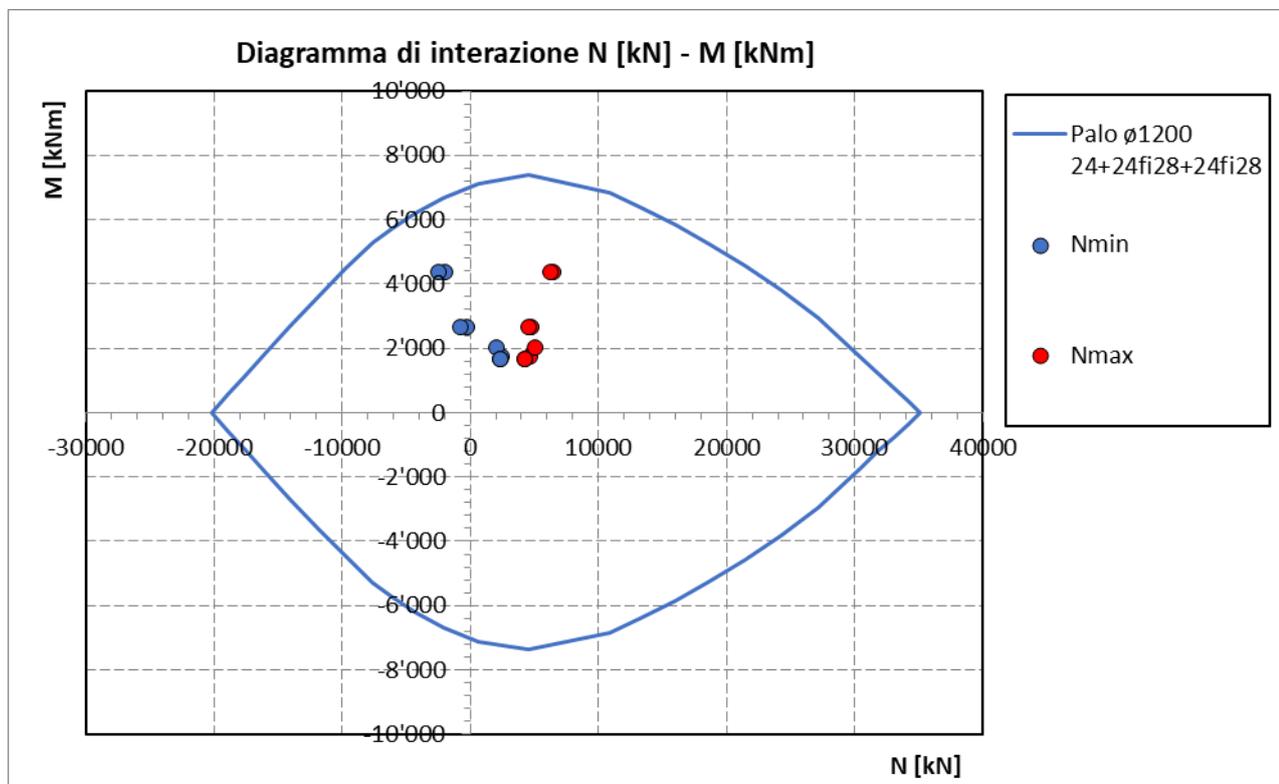
Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	109 di 113

11.4.2.1 Verifiche allo SLU

Presso-flessione

Sono riportate a seguire le verifiche SLU della sezione di sommità del palo maggiormente sollecitato, espresse in forma sintetica mediante il diagramma di interazione N – M.



La verifica è soddisfatta in quanto le coppie N-M delle sollecitazioni agenti nella sezione di verifica sono interne al dominio di resistenza per ogni condizione di carico indagata.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	110 di 113

Taglio

Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)			
classe cls	R_{ck}	30	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	f_{ck}	25	N/mm ²
	f_{cd}	14	N/mm ²
diametro	Φ	1200	mm
Area sezione	A	1130973	mm ²
copriferro	c	80	mm
Area sezione rettangolare equivalente	A_{eq}	941544	mm ²
altezza utile equivalente	d	931	mm
larghezza equivalente	b_w	1011	mm
altezza equivalente	h_{eq}	1118	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	σ_{cp}	0.000	N/mm ²
	α_c	1.00	
Acciaio	f_{yk}	450	N/mm ²
B450C	f_{yd}	391	N/mm ²
diametro staffe (spille)	\varnothing_w	14	mm
Area staffa (spilla)	A_{\varnothing_w}	154	mm ²
0.9 d	z	838	mm
passo spirale	s_w	100	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa deve essere compreso tra 1 e 2.5	θ	21.8	°
	$\cot(\theta)$	2.50	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	α	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	A_{s_w} / s_w	3.08	mm ² /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	V_{Rsd}	2524	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	V_{Rcd}	2061	kN
taglio sollecitante	V_{Ed}	2053	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γ_{Rd}	1	
taglio resistente	V_{Rd}	2061	kN
	V_{Ed}	<	V_{Rd}
		verifica	
FS		1.00	

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	111 di 113

11.4.2.2 Verifiche allo SLE

Tensioni

La verifica SLE di tipo tensionale si effettua controllando che le massime tensioni normali agenti nella sezione risultino inferiori ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- tensione limite nel calcestruzzo: $\sigma_c = 0.55 f_{ck}$
- tensione limite nelle barre: $\sigma_s = 0.75 f_{yk}$

per le combinazioni SLE-QPE:

- tensione limite nel calcestruzzo: $\sigma_c = 0.40 f_{ck}$

02_SLE2

Materiali	B450C	C25/30
E_{su}	10	2
f_{yd}	391.3	3.5
E_s	200000	13.28
E_s / E_c	15	0.8
$E_{s,adm}$	1.957	9.75
$G_{s,adm}$	255	0.6
T_{c1}	1.829	

σ_c	-6.223	N/mm ²				
σ_s	81.24	N/mm ²				
ϵ_s	0.4062	‰				
d	1112	mm				
x	594.5	x/d	0.5346			
δ	1					

Rck	30	MPa					
fck	24.9	MPa					
fyk	450	MPa					
σ_c	-6.22	MPa	<	0.55 fck =	-13.70	MPa	VERO
σ_s	81.24	MPa	<	0.75 fyk =	337.5	MPa	VERO
							1
x	595	mm					

Le verifiche sono soddisfatte.

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	112 di 113

Fessurazione

La verifica SLE a fessurazione si effettua controllando che il massimo valore di apertura delle fessure risulti inferiore ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- apertura fessure limite: $w_{lim} = w_1 = 0.30 \text{ mm}$

		INPUT			OUTPUT		
		R_{ck}	30	Mpa	diff. def. armature-clc		
	dimensione	h	1200	mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	2.42E-04	-
	pos. baric. 1° strato	c_1	88	mm	distanza max fessure		
	diametro barre 1° strato	ϕ_1	40	mm	$S_{r,max}$	406	mm
	numero barre 1° strato	n_1	7.872		ampiezza fessure:		
	pos. baric. 2° strato	c_2	141	mm	w_k	0.098	mm
	diametro barre 2° strato	ϕ_2	28	mm	w_{lim}	0.300	mm
	numero barre 2° strato	n_2	7.872		La verifica è soddisfatta.		
	distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d	1090	mm			
		b_{eff}	127	mm			
	posizione asse neutro da lembo compresso	x	595	mm			
	Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$	81	Mpa			
	Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$	81	Mpa			
	altezza efficace	$h_{c,eff}$	202	mm			
	area efficace relativamente ad una singola barre	$A_{c,eff}$	25620	mm ²			
	percentuale di armatura relativa a $A_{c,eff}$	$\rho_{p,eff}$	0.072				
	(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	k_1	0.6				
	(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie)	k_1	0.8				
	(0.5 per flessione; 1 trazione)	k_2	0.5				
		k_3	3.4				
		k_4	0.425				

Spalle: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0704 001	A	113 di 113

12. INCIDENZE

Muri andatori	130 kg/mc
Muro frontale	130 kg/mc
Paraghiaia	140 kg/mc
Plinto	90 kg/mc
Pali	250 kg/mc