

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACOPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

## PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO**

RELAZIONE

PONTI E VIADOTTI  
VI18

RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

APPALTATORE IL DIRETTORE TECNICO  Ing. M. FERRONI	SCALA:  -
--	-----------------

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

IF2R 22 E ZZ CL VI1800 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	E. RICCI	23/06/21	G. CAPOGNA	24/06/21	L. BRUZZONE	24/06/21	IL PROGETTISTA F. DI IULIO  28/10/2021
B	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA	E. RICCI	26/10/21	G. CAPOGNA	27/10/21	L. BRUZZONE	27/10/21	

File: IF2R.2.2.E.ZZ.CL.VI.18.0.0.001.B.doc

n. Elab.:

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	2 di 144

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>6</b>
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	6
1.2	UNITÀ DI MISURA.....	7
<b>2.</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>8</b>
2.1	ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	8
<b>3.</b>	<b>MATERIALI.....</b>	<b>10</b>
3.1	CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI .....	10
3.2	CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE (C 25/30) .....	12
3.3	CALCESTRUZZO PER PLINTI DI FONDAZIONE ( C 28/35).....	13
3.4	CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI (C 32/40) .....	14
3.5	CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO/SOTTOFONDAZIONI (C12/15). 15	
3.6	ACCIAIO IN BARRE D'ARMATURA PER C.A. (B450C) .....	17
<b>4.</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA ...</b>	<b>18</b>
4.1	CURVE DI PORTANZA DI PROGETTO A CARICO VERTICALE .....	19
<b>5.</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO .....</b>	<b>22</b>
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA .....	23
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA .....	25
5.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA .....	31
<b>6.</b>	<b>CRITERI SULL'ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>33</b>
6.1	CARICHI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO .....	33
6.1.1	<i>Pesi permanenti strutturali e non strutturali.....</i>	<i>33</i>
6.1.2	<i>Carichi variabili da traffico .....</i>	<i>35</i>

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 3 di 144

6.1.3	<i>Azioni orizzontali da avviamento / frenatura</i>	36
6.1.4	<i>Forza centrifuga</i>	36
6.1.5	<i>Serpeggio</i>	36
6.1.6	<i>Azioni parassite dei vincoli</i>	37
6.1.7	<i>Azioni da Vento</i>	38
6.2	SPINTA DEL TERRENO DEL RILEVATO IN CONDIZIONI STATICHE	45
6.3	SPINTA DEL SOVRACCARICO ACCIDENTALE CONDIZIONI STATICHE	47
6.4	AZIONE SISMICA	48
6.4.1	<i>Azioni sismiche sulle Spalle</i>	48
6.4.2	<i>Sovraspinta sismica del terreno</i>	50
7.	COMBINAZIONI DI CARICO	52
8.	CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI	55
8.1	VERIFICHE ALLO SLU	55
8.1.1	<i>Pressoflessione</i>	55
8.1.2	<i>Taglio</i>	56
8.2	VERIFICA SLE	58
8.2.1	<i>Verifiche alle tensioni</i>	58
8.2.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	59
9.	MODELLI DI CALCOLO PER LE SPALLE	60
10.	ANALISI E VERIFICA SPALLA FISSA	61
10.1	GEOMETRIA E CARICHI	61
10.2	GRUPPI DI CARICHI, SOLLECITAZIONI E COMBINAZIONI	73

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.001	REV. B
					FOGLIO 4 di 144	

<b>10.3</b>	<b>VERIFICA MURO FRONTALE.....</b>	<b>77</b>
<b>10.4</b>	<b>VERIFICA PARAGHIAIA.....</b>	<b>81</b>
<b>10.5</b>	<b>VERIFICA ZATTERA E PALI .....</b>	<b>85</b>
<b>10.5.1</b>	<b><i>Azioni di calcolo.....</i></b>	<b>85</b>
<b>10.5.2</b>	<b><i>Verifiche Strutturali Pali .....</i></b>	<b>88</b>
<b>10.5.3</b>	<b><i>Verifiche Geotecniche di capacità portante per carichi verticali .....</i></b>	<b>92</b>
<b>10.5.4</b>	<b><i>Verifiche Geotecniche di capacità portante per carichi orizzontali .....</i></b>	<b>93</b>
<b>10.5.5</b>	<b><i>Verifica strutturale zattera .....</i></b>	<b>108</b>
<b>11.</b>	<b>ANALISI E VERIFICA SPALLA MOBILE.....</b>	<b>117</b>
<b>11.1</b>	<b>PALI DI FONDAZIONE .....</b>	<b>117</b>
<b>11.1.1</b>	<b><i>Verifiche Geotecniche di capacità portante per carichi verticali .....</i></b>	<b>119</b>
<b>11.1.2</b>	<b><i>Verifiche Geotecniche di capacità portante per carichi orizzontali .....</i></b>	<b>119</b>
<b>12.</b>	<b>ANALISI E VERIFICA MURO SU PALI .....</b>	<b>120</b>
<b>12.1.1</b>	<b><i>Azioni di calcolo.....</i></b>	<b>120</b>
<b>12.1.2</b>	<b><i>Verifica muro frontale.....</i></b>	<b>130</b>
<b>12.1.3</b>	<b><i>Verifica zattera e pali .....</i></b>	<b>134</b>
<b>12.1.4</b>	<b><i>Verifiche Geotecniche di capacità portante per carichi verticali .....</i></b>	<b>141</b>
<b>12.1.5</b>	<b><i>Verifiche Geotecniche di capacità portante per carichi orizzontali .....</i></b>	<b>141</b>
<b>13.</b>	<b>VALIDAZIONE PROGRAMMI DI CALCOLO .....</b>	<b>142</b>
<b>13.2</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO .....</b>	<b>142</b>
<b>13.3</b>	<b>TIPO DI ANALISI SVOLTA .....</b>	<b>142</b>
<b>13.4</b>	<b>ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO .....</b>	<b>142</b>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI          RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO          II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO          2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO          RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>2.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.18.0.0.001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>5 di 144</b>

<b>13.5</b>	<b>AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO .....</b>	<b>144</b>
<b>13.6</b>	<b>MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI.....</b>	<b>144</b>
<b>13.7</b>	<b>INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE .....</b>	<b>144</b>
<b>13.8</b>	<b>GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....</b>	<b>144</b>

---

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>VI.18.0.0.001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>6 di 144</b>

## 1 INTRODUZIONE

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 VI18, previsto sull'asse principale del tracciato di progetto.

### 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-clc 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. 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 progettata 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 seguitori riporta la sezione longitudinale del viadotto:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 7 di 144

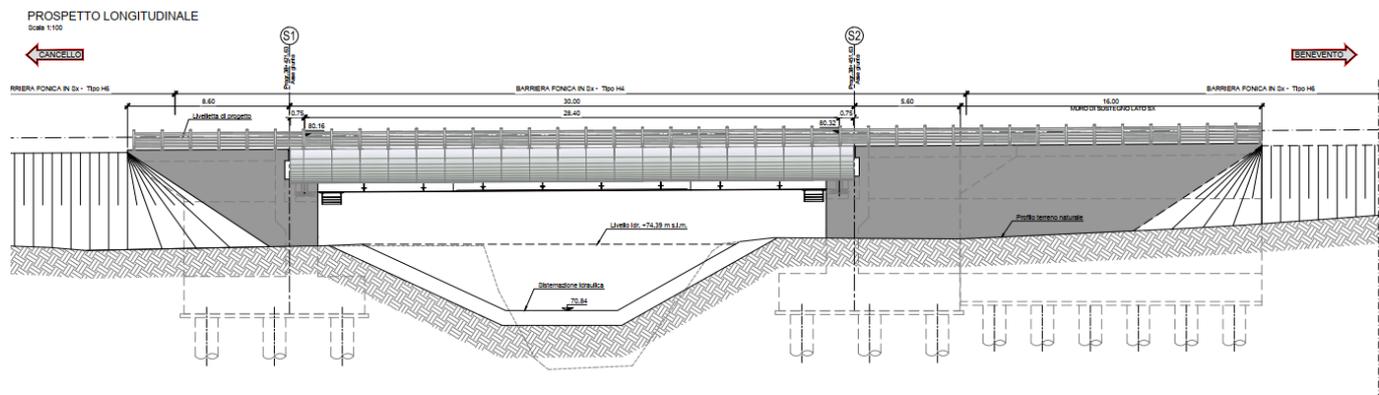


Figura 1 – Sezione Longitudinale Viadotto

## 1.2 UNITÀ DI MISURA

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, mm
- per i carichi ⇒ kN, kN/m<sup>2</sup>, kN/m<sup>3</sup>
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ MPa

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 8 di 144

## 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**

APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.18.0.0.001</td> <td>B</td> <td>9 di 144</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	9 di 144
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	9 di 144								

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.

APPALTATORE:	 <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>			
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>2.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.18.0.0.001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>10 di 144</b>

### 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 9959	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 (%)
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi 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	
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>						
Nota - Le condizioni di umidità di riferimento a quelle presenti nel copriefflo e nel ricopriamento 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 tenuto 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	
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni 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 (%)
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salssedine 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 alle battiglie o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
<b>5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *</b>						
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. 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
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	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.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.		0,45	C 28/35	3,0
<b>6 Attacco chimico**</b>						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori 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. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarto 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 condizione di saturazione;  
 - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.  
 \*\*) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.

Classi di esposizione secondo norma UNI - 11104

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 11 di 144	

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	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza <sup>1)</sup>	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 <sup>3</sup> )	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 <sup>a)</sup>					
Altri requisiti													Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo			È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati <sup>b)</sup>		

<sup>1)</sup> 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.  
<sup>a)</sup> 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.  
<sup>b)</sup> 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 e del MdP p.to 2.5.2.2.3.2; si è in particolare previsto di adottare i seguenti Copriferri minimi espressi in mm

- Elevazioni spalle: 50 mm
- Plinti di fondazione: 40 mm
- Pali di fondazione: 60 mm

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 12 di 144

### 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:

$$f_{ctm} = 2.56 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

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

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{ctm} = 3.1 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

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

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:

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

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

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

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

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

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

Modulo di elasticità normale :

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

Modulo di elasticità tangenziale:

$$G_{cm} = 13103 \text{ MPa}$$

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

$$\eta = 1.00$$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 13 di 144

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

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

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

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

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

*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: - -

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

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

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

Resistenza a compressione cilindrica media:

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

Resistenza a trazione assiale:

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

$$f_{ctk,0.05} = \boxed{1.98} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

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

$$f_{ctk,0.05} = \boxed{2.4} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = \boxed{1.5}$$

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

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

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

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = \boxed{1.32} \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0.05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

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

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 14 di 144

**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**

$$\eta = 1.00$$

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

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)

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

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

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:**

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 15 di 144

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

**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:**

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

*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)

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

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

*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)

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>VI.18.0.0.001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>16 di 144</b>

*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.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 17 di 144

### 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)

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

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

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)

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 18 di 144

#### 4. CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA

Il ponte ricade alle chilometriche 38+421 – 38+451 del tracciato di progetto dell'Asse Principale, nell'ambito del 2° Lotto Funzionale Telese-San Lorenzo.

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 geotecnica generale di linea delle opere all'aperto	IF2R.0.2.E.ZZ.RB.GE.00.0.5.001
---	--------------------------------

Nella fattispecie, dal documento appena citato si desumono le curve di portanza dei pali nei riguardi dei carichi verticali di compressione e/o trazione.

Unità	z	$\gamma$	c'	$\varphi$	$C_u$	$E_{ope}=E_0/5$
(-)	(m)	(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)	(Mpa)
ba2	0.0-1.2	19	0	33	0	30
ba1	1.2-7.5	19	0	36	0	50
bn1	7.5-40.0	20	0	38	0	100

# Stratigrafia definita da piano campagna a quota +75.8 m s.l.m.

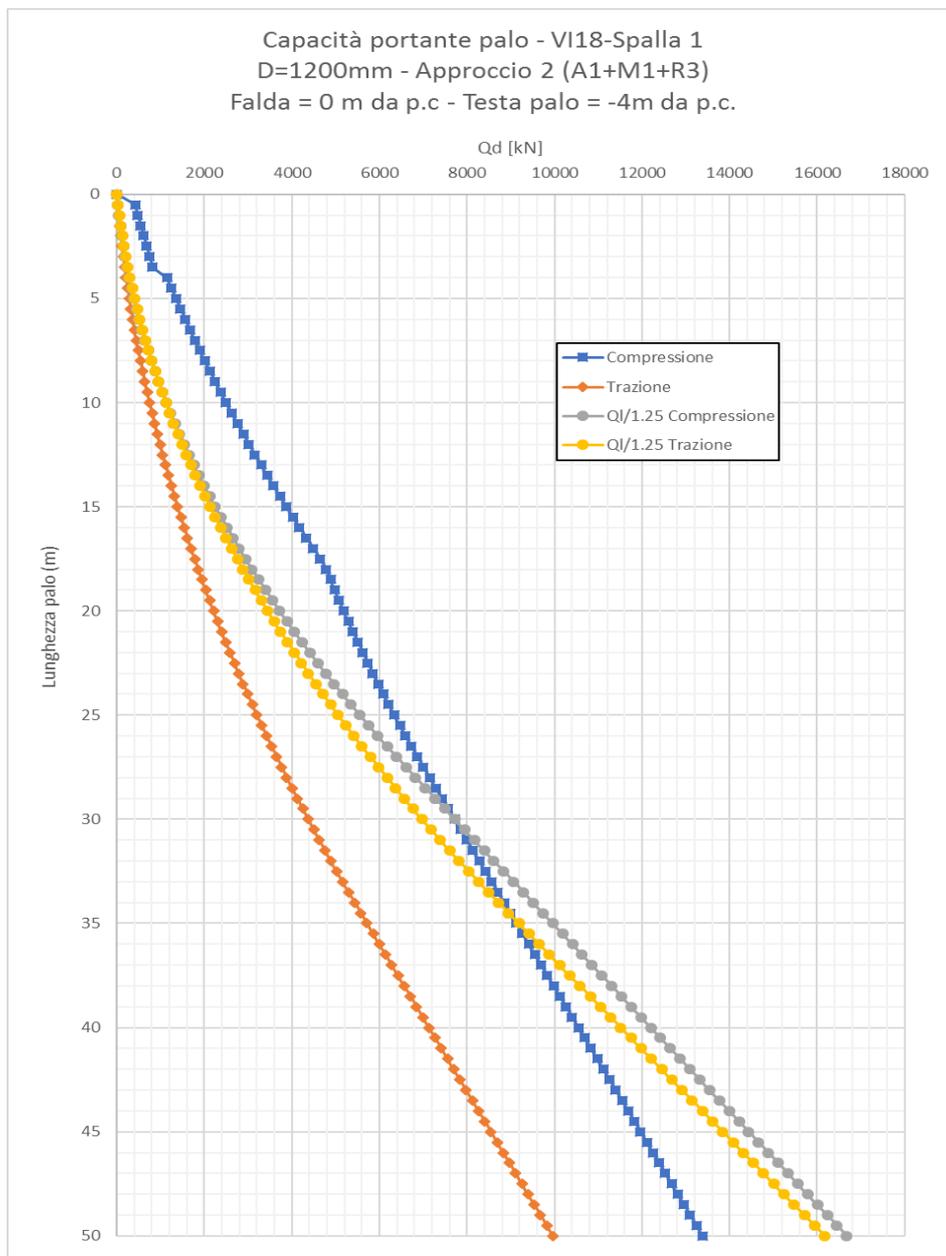
# Profondità della falda risultante dalle letture piezometriche 16.3 m da p.c.

# Profondità della falda di progetto 0.0 m

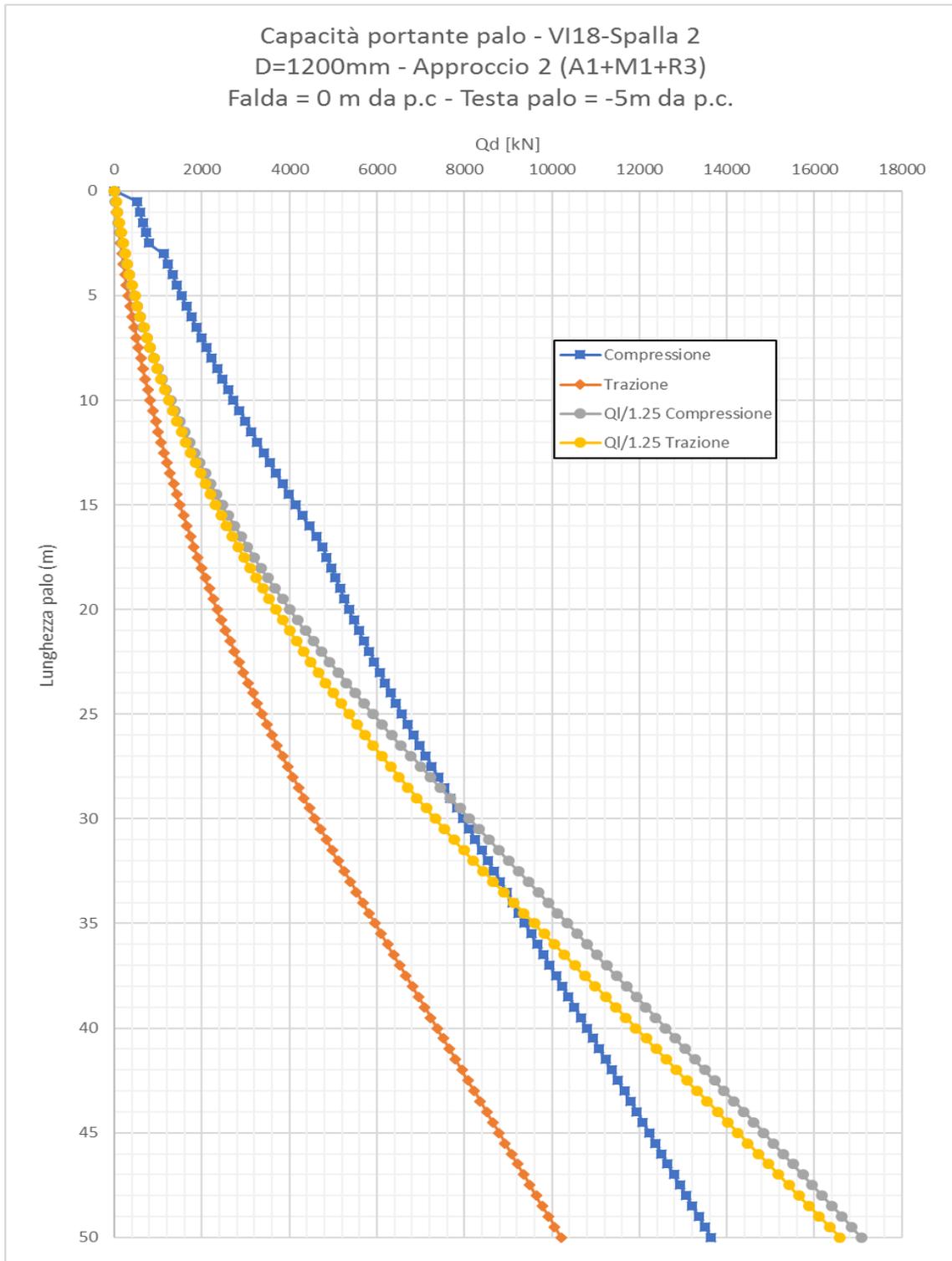
APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.001
FOGLIO						
PROGETTO ESECUTIVO	RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE					19 di 144

#### 4.1 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:



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.18.0.001</td> <td>B</td> <td>20 di 144</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.001	B	20 di 144
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.001	B	20 di 144								



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario:            Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>VI.18.0.0.001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>21 di 144</b>

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 ( $=\xi_3 \cdot \gamma_{st} = 2.1$ ).

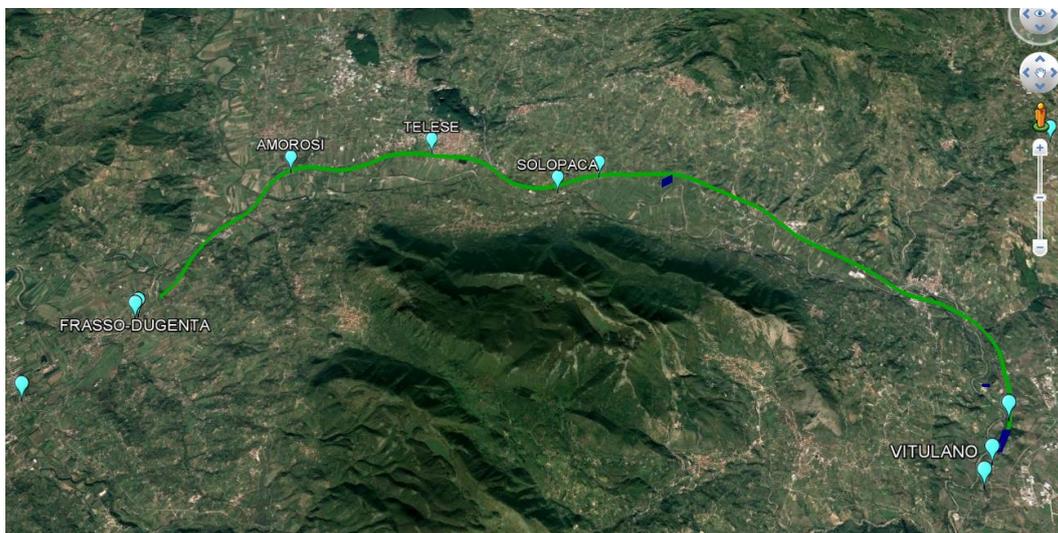
FSB = fattore di sicurezza per la portata di base ( $= \xi_3 \cdot \gamma_b = 2.3$ ).

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.001	REV. B	FOGLIO 22 di 144

## 5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 23 di 144

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

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 S3**

## **5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA**

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.001	B	24 di 144
<b>PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>							

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 <sub>N</sub> [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.
- 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.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 25 di 144

- 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.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 26 di 144

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:

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.001	B	27 di 144
<b>PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>							

Stati Limite		<b>P<sub>VR</sub>: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR</b>
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tab. 3.2.1 DM 14.01.08

A ciascuna probabilità di superamento **P<sub>VR</sub>** è quindi associato un Periodo di Ritorno dell'azione sismica **T<sub>R</sub>**, 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 <sub>R</sub> [anni]
SLO	68
SLD	113
SLV	1068
SLC	2193

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.001	REV. B	FOGLIO 28 di 144

### 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)

<b>Località</b>	
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]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 29 di 144

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

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)

<b>Località</b>	
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]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 30 di 144

### 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**:

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]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [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

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandante:						
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
	<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.18.0.0.001</b>	<b>B</b>	<b>31 di 144</b>	

L'opera in esame ricade nella zona sismica denominata S3.

### 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:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<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>B</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).
<b>C</b>	<i>Depositati 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).
<b>D</b>	<i>Depositati 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).
<b>E</b>	<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
<b>S1</b>	Depositati 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.
<b>S2</b>	Depositati 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

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 32 di 144

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:

**Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_S$  e di  $C_C$**

Categoria sottosuolo	$S_S$	$C_C$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

**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 risulta una **categoria di sottosuolo di tipo B** e una **classe Topografica T1**.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 33 di 144

## 6. CRITERI SULL'ANALISI DEI CARICHI

### 6.1 CARICHI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO

#### 6.1.1 Pesi permanenti strutturali e non strutturali

I carichi permanenti strutturali vengono valutati considerando un peso specifico di 25 kN/mc e 78.5 kN/mc, rispettivamente, per cemento armato e carpenteria metallica.

Per i carichi permanenti non strutturali, si ha quanto segue.

Il ballast, trattandosi di impalcato in curva, viene valutato assumendo un peso specifico di 20 kN/mc su un'altezza effettiva di 80 cm.

#### ARMAMENTO

$\gamma$	20	kN/m <sup>3</sup>	Peso specifico massiccata
h	0,8	m	Altezza convenzionale massiccata
L	8,2	m	Larghezza massiccata

Si considerano inoltre i seguenti carichi.

#### ALTRI PERMANENTI NON STRUTTURALI

##### Cordoli esterni

L	0,82	m	larghezza cordolo
h	0,2	m	altezza cordolo (esclusa soletta)
q <sub>cordolo</sub>	4,1	kN/m	peso singolo cordolo al metro
n°	2	[-]	numero cordoli
q <sub>cordoli</sub>	8,2	kN/m	peso cordoli al metro

##### Velette in cls

A	0,26	m <sup>2</sup>	Area singola veletta
q <sub>veletta</sub>	6,5	kN/m	peso singola veletta al metro
n°	2	[-]	numero velette
q <sub>velette</sub>	13	kN/m	peso velette al metro

##### Muretti paraballast +canalette porta cavi + impianti

A	0,40	m <sup>2</sup>	Area singolo muretto paraballast
---	------	----------------	----------------------------------

APPALTATORE:	 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>			
PROGETTAZIONE:			<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
Mandatario:	Mandante:					
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>				
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>			<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.18.0.0.001</b>
			REV.	FOGLIO		
			<b>B</b>	<b>34 di 144</b>		

$q_{\text{muretto}}$	10	kN/m	<i>peso singolo muretto al metro</i>
$n^{\circ}$	2	[-]	<i>numero di muretti parabolast</i>
$q_{\text{muretti}}$	20	kN/m	<i>peso muretti al metro</i>

#### Barriere fonoassorbenti

$q_{\text{barriera}}$	16	kN/m	<i>peso singola barriera al metro</i>
$n^{\circ}$	2	[-]	<i>numero barriere</i>
$q_{\text{barriere}}$	32	kN/m	<i>peso barriere al metro</i>

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/m<sup>3</sup>) e il peso del terreno compreso tra i muri andatori.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.001	REV. B	FOGLIO 35 di 144

## 6.1.2 Carichi variabili da traffico

### 6.1.2.1 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.

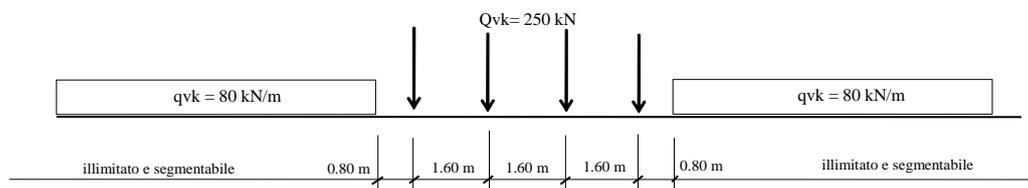
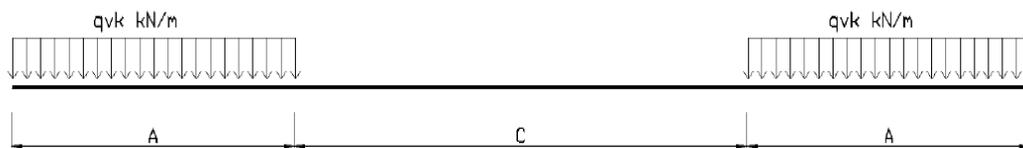


Figura 3 – Modello di carico LM71



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

Il coefficiente di adattamento vale 1.1 per carico LM71 e SW/0 mentre è unitario per carico SW/2.

### 6.1.2.2 Incremento dinamico

Si assume coefficiente di incremento dinamico unitario.

### 6.1.2.3 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.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 36 di 144

### 6.1.3 Azioni orizzontali da avviamento / frenatura

I valori caratteristici da considerare, da moltiplicare per i coefficienti di adattamento  $\alpha$ , sono:

#### Avviamento:

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

#### Frenatura:

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

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

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.

### 6.1.4 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.

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

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

### 6.1.5 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  $\alpha$ .

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI          RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO          II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO          2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO          RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>2.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.18.0.0.001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>37 di 144</b>

### 6.1.6 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.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 38 di 144

### 6.1.7 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);

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.001	REV. B	FOGLIO 39 di 144

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:

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

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)

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

e quindi:

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 40 di 144

### Coefficiente di forma - cp

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.

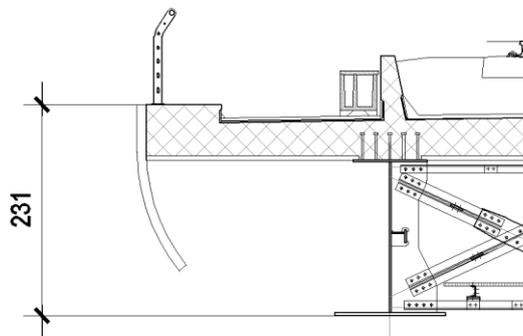
In particolare, con riferimento a quanto indicato negli schemi grafici di cui alla pagina seguente risulta:

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

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

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

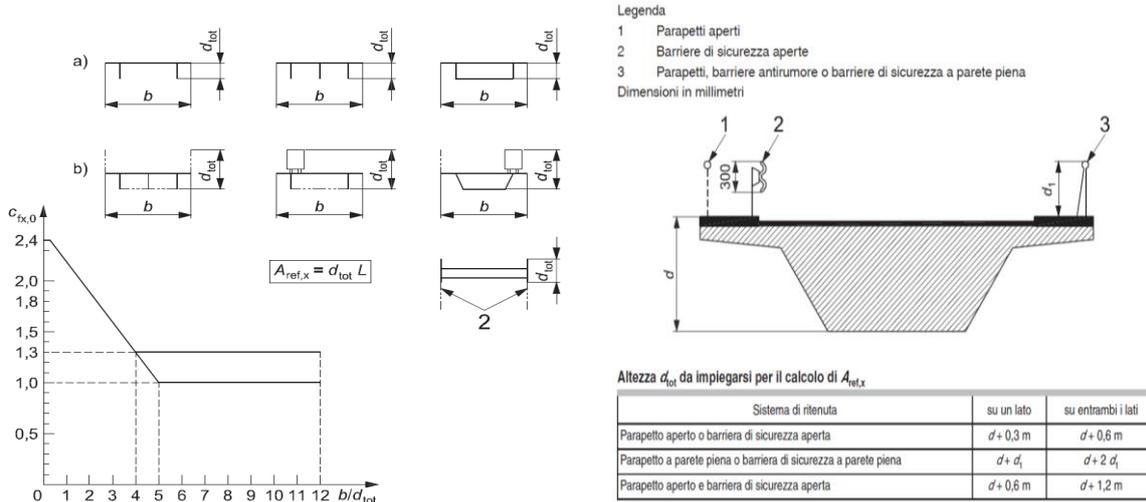
Essendo 5.05m, l'altezza complessiva della barriera antirumore tipo H=4 prevista sulle opere d'arte e  $d_{tot}$  la dimensione complessiva da considerare ai fini del calcolo della superficie totale d'impatto



e quindi:

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 41 di 144



#### 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)

$d_{tot}$  (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

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:					
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>				
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>						
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.18.0.001</b>	<b>B</b>	<b>42 di 144</b>

b/d <sub>tot</sub> (-)	1,20
<b>C<sub>p2b</sub> :</b>	<b>2,20</b> <b>coefficiente di forma</b>

### Coefficiente di esposizione – c<sub>e</sub>

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

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

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

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:

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.001	REV. B	FOGLIO 43 di 144	

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						
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

Classe di rugosità : D

→ Categoria di esposizione del sito: II

e quindi:

### Caso 1

$$\begin{aligned}
 Z(m) &= 1.67 \text{ m} && \text{(Altezza della Costruzione)} \\
 Z_0 &= 0.05 \text{ m} \\
 Z_{\min} &= 4.0 \text{ m} \\
 k_r &= 0.19 \\
 C_e(Z_{\min}) &= 1.80 \\
 C_e &= \boxed{1.80}
 \end{aligned}$$

### Casi 2/2a

$$\begin{aligned}
 Z(m) &= 6.4 \text{ m} && \text{(Altezza della Costruzione)} \\
 Z_0 &= 0.05 \text{ m} \\
 Z_{\min} &= 4.0 \text{ m} \\
 k_r &= 0.19 \\
 C_e(Z_{\min}) &= 1.80 \\
 C_e &= \boxed{2.08}
 \end{aligned}$$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PONTI E VIADOTTI</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>VI.18.0.0.001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>44 di 144</b>

### 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)

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

Superficie totale di impatto : 372.3 m<sup>2</sup>

A vantaggio di sicurezza si considera una pressione di 2.5 kN/ m<sup>2</sup>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 45 di 144

## 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:

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

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

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

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

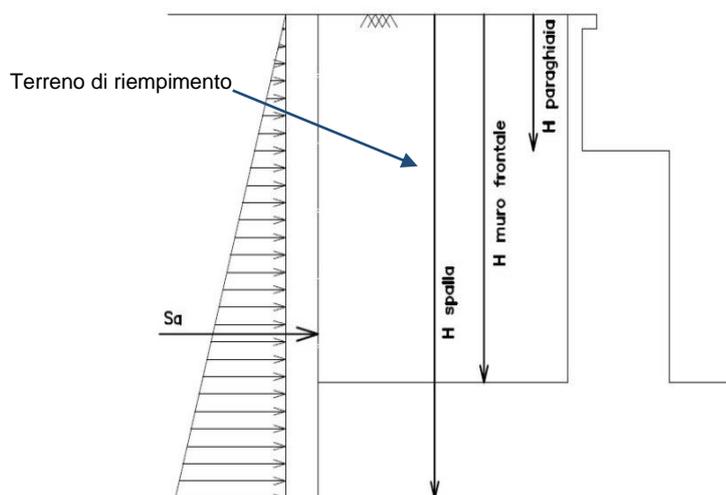


Figura 5: Spinta statica terreno di riempio

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

**Parametri Geotecnici Terreno di riempimento**

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 46 di 144

$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]
20	38	0

Tabella 1 – Caratteristiche terreno di riempimento

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	47 di 144

### 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  $H/2$ .

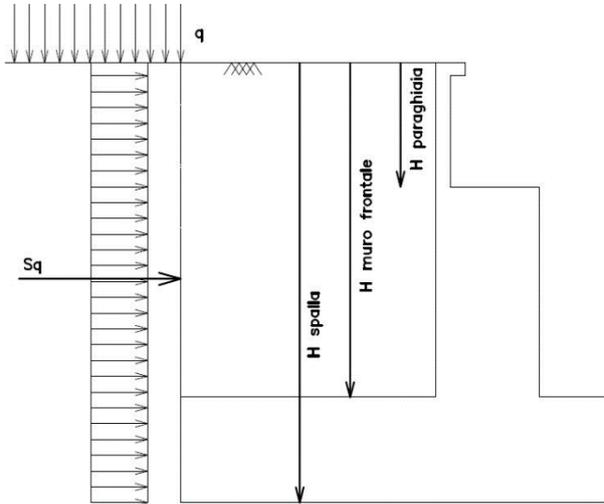


Figura 6: Spinta statica sovraccarico accidentale

APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>PONTI E VIADOTTI</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.18.0.0.001</td> <td>B</td> <td>48 di 144</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	48 di 144
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	48 di 144								

## 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.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 49 di 144

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  $\beta_m$  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  $\beta_m$  assume valore unitario.

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

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

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_m$	$\beta_m$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	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 7 – Coefficienti sismici (estratto D.M. 14/01/2008 p.to 7.11.6.2.1)**

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente  $\beta_m$ , 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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 50 di 144

fondazione che della parte in elevazione, è interessata da spostamenti trascurabili durante l'evento sismico) un valore del coefficiente  $\beta_m$  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:

$ag/g =$	0.367	
$\beta_m =$	1.00	
$S_s =$	1.181	
$ST =$	1.00	
$K_h =$	0.433	coefficiente sismico orizzontale
$K_v =$	0.217	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.

#### 6.4.2 Sovraspinta sismica del terreno

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>PONTI E VIADOTTI</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    FOGLIO IF2R    2.2.E.ZZ    CL    VI.18.0.0.001    B    51 di 144

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

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

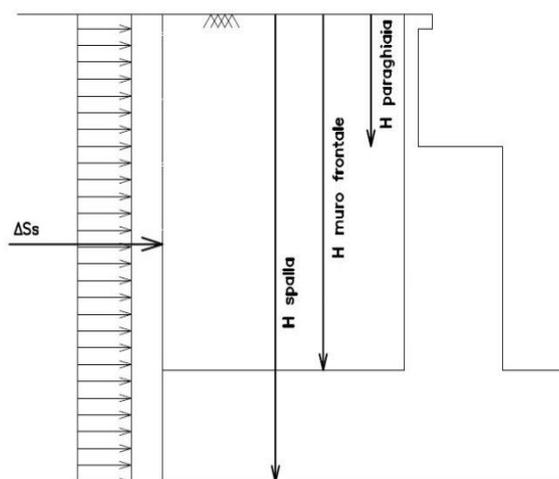


Figura 8: Incremento di spinta sismica

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.

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

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 52 di 144

## 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 omissi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	53 di 144
<b>PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>							

Trattandosi nel caso in esame di opere ferroviarie, la definizione dei coefficienti parziali di combinazione ( $\gamma$ ) e di partecipazione ( $\psi$ ) 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:

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	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 <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	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 <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> 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.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 54 di 144

Azioni		$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
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 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr2	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	gr3	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr4	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	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  $\Psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

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

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante <sup>(2)</sup>
		caso a <sup>(1)</sup>	caso b <sup>(1)</sup>	
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")	-

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

<sup>(2)</sup> 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  
<sup>(1)</sup> Includendo tutti i fattori ad essi relativi ( $\Phi, \alpha$ , ecc.)  
<sup>(2)</sup> 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.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 55 di 144

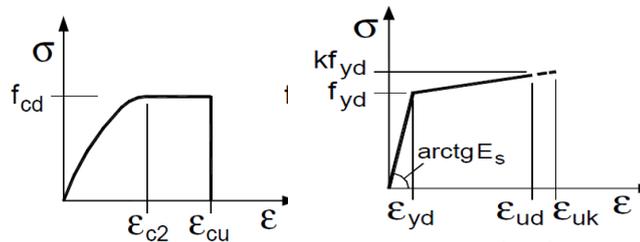
## 8. CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

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.

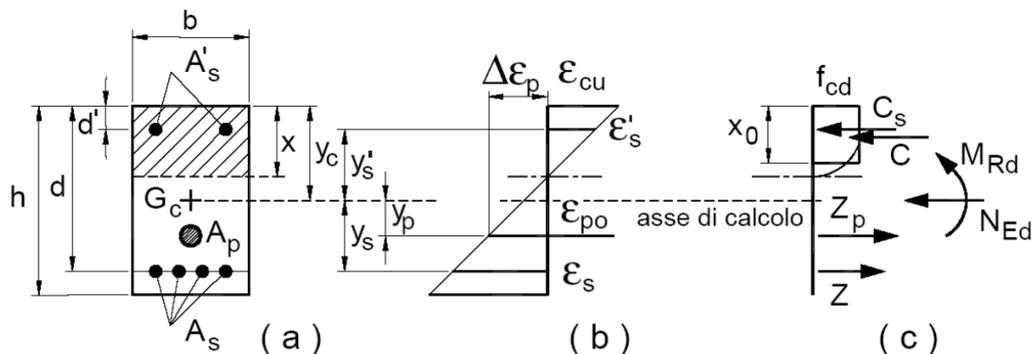
### 8.1 VERIFICHE ALLO SLU

#### 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:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 56 di 144

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

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:

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

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  $V_{Rcd}$

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

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

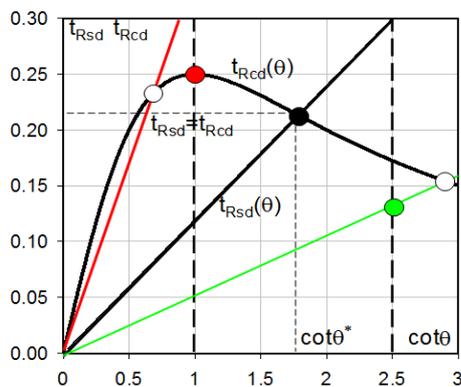
Essendo:

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

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 57 di 144

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo  $\theta$  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 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 ( $\theta$ ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

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

(  $\theta^*$  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

$\alpha_c$	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 $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

$\omega_{sw}$  : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

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

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 58 di 144

## 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  $0,75 f_{yk}$ .

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 59 di 144

### 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  $\delta_f$  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:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SWS Engineering S.p.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PONTI E VIADOTTI</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>VI.18.0.0.001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>60 di 144</b>

## 9. MODELLI DI CALCOLO PER LE SPALLE

Le sollecitazioni di verifica della spalla sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio (riportati al paragrafo 6.1) alle quali vanno combinate le azioni determinate dalle spinte del terreno di riempimento e del sovraccarico in condizioni sia statiche che sismiche e le azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Tutti i muri sono considerati sconnessi fra loro per la valutazione delle sollecitazioni alla base e quindi le azioni provenienti dall'impalcato sono applicate solamente al muro frontale. Tale schema pur risultando cautelativo, non fornisce sovrastime eccessive nel calcolo dei quantitativi di armatura previsti.

Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali muro paraghiaia, muro frontale e muri laterali che vengono tutti modellati come delle mensole incastrate alla base.

Per il plinto di fondazione, si è utilizzato un modello tirante-puntone per l'analisi e la verifica dello zoccolo anteriore al muro frontale.

Per quanto riguarda invece le sollecitazioni sui pali di fondazione a partire dalle azioni risultanti nel baricentro del plinto alla quota di intradosso, sono stati calcolati, per ciascuna combinazione di carico, gli sforzi assiali e di taglio in testa ai pali di fondazione utilizzando il classico modello a piastra rigida.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 61 di 144

## 10. ANALISI E VERIFICA SPALLA FISSA

Di seguito si riportano le modalità di calcolo delle sollecitazioni e le verifiche di resistenza nei diversi elementi. La spalla fissa è la spalla S2.

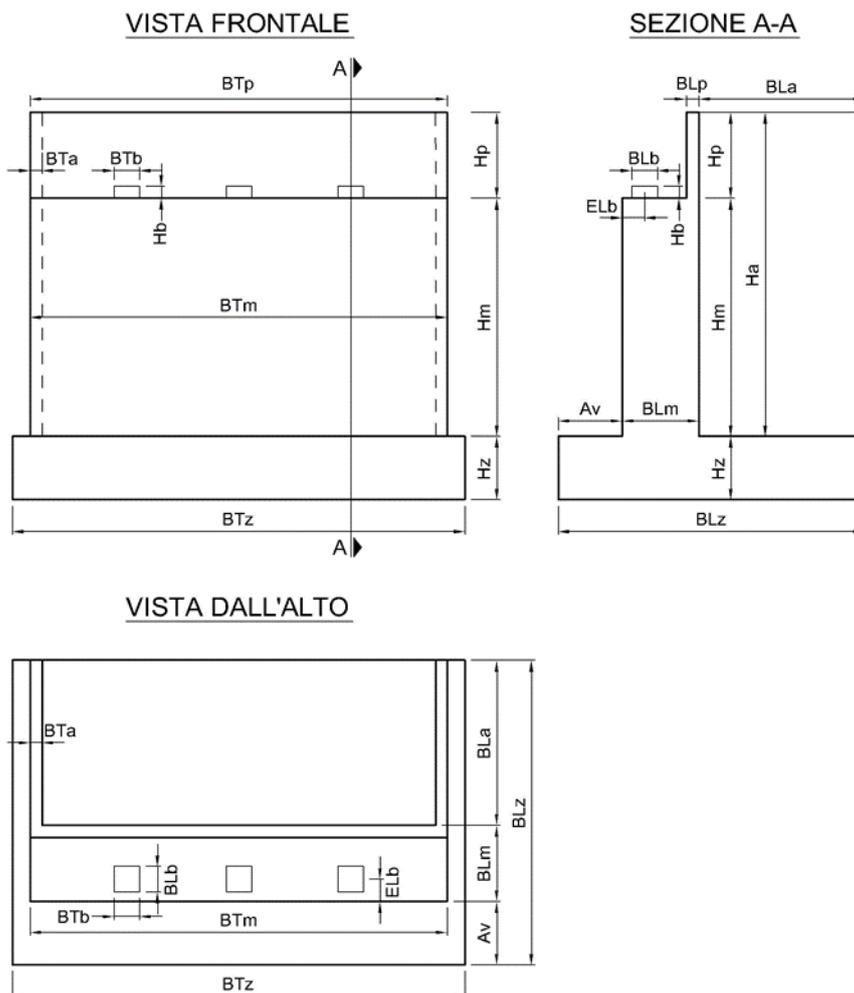
### 10.1 GEOMETRIA E CARICHI

#### GEOMETRIA

oggetto valle muro

$A_v$  [m]

2.5



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 62 di 144

## ANALISI DEI CARICHI E DELLE SOLLECITAZIONI

### AZIONI VERTICALI PROVENIENTI DALLA SPALLA

#### **Peso proprio spalla**

#### **Paraghiaia**

spessore	$b_{Lp}$	[m]	0.50
altezza	$h_p$	[m]	2.70
lunghezza	$b_{Tp}$	[m]	13.50
peso	$W_p$	[kN]	<b>456</b>
eccentricità muro	$e_{Lm}$	[m]	-0.60

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	63 di 144

momento muro frontale	$M_{Tm}$	[kNm]	<b>-273</b>
eccentricità fondazione	$e_{Lz}$	[m]	0.85
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$	[kNm]	<b>387</b>

### **Muro frontale**

spessore	$b_{Lm}$	[m]	1.70
altezza	$h_m$	[m]	4.00
lunghezza	$b_{Tm}$	[m]	13.50
peso	$W_m$	[kN]	<b>2295</b>
eccentricità fondazione	$e_{Lz}$	[m]	1.45
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$	[kNm]	<b>3328</b>
altezza totale	$H_{tot}$	[m]	8.70

### **Muri andatori**

spessore medio	$b_{Ta}$	[m]	1.10
larghezza	$b_{La}$	[m]	5.40
altezza	$h_a$	[m]	6.70
numero			2
peso	$W_a$	[kN]	<b>1990</b>
eccentricità fondazione	$e_{Lz}$	[m]	-2.10
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$	[kNm]	<b>-4179</b>

### **Zattera di fondazione**

spessore	$h_z$	[m]	2.00
larghezza	$b_{Lz}$	[m]	9.60
lunghezza	$b_{Tz}$	[m]	16.80
peso	$W_f$	[kN]	<b>8064</b>

### **Terreno di rinterro**

peso specifico	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.0
larghezza	$b_{Lr}$	[m]	5.40
lunghezza	$b_{Tr}$	[m]	11.30
altezza	$h_r$	[m]	6.70
peso	$W_r$	[kN]	<b>8177</b>
eccentricità fondazione	$e_{Lz}$	[m]	-2.10
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$	[kNm]	<b>-17171</b>

### **Sovraccarichi permanenti portati**

peso specifico ballast	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.0
------------------------	----------	----------------------	------

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	64 di 144

altezza ballast	hb	[m]	0.8
peso armamento	spp	[kN/m <sup>2</sup> ]	16.00
larghezza	b <sub>L</sub>	[m]	5.40
lunghezza	b <sub>T</sub>	[m]	13.50
peso	W	[kN]	1166
eccentricità fondazione	e <sub>Lz</sub>	[m]	-2.10
momento intradosso zattera	M <sub>Tz</sub>	[kNm]	-2449

### ***Sovraccarichi variabili sulla spalla***

peso carichi variabili		[kN/m <sup>2</sup> ]	50
larghezza	b <sub>L</sub>	[m]	5.40
lunghezza	b <sub>T</sub>	[m]	13.50
peso	W	[kN]	3645
eccentricità fondazione	e <sub>Lz</sub>	[m]	-2.10
momento intradosso zattera	M <sub>Tz</sub>	[kNm]	-7655

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 65 di 144

## AZIONI VERTICALI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO

### Geometria impalcato

luce campata di riva	L	[m]	28.5
eccentricità muro	e <sub>Lm</sub>	[m]	0.70
eccentricità fondazione	e <sub>Lz</sub>	[m]	1.60

### Carichi permanenti strutturali

peso proprio trave	ppt	[kN/m]	41.1
peso proprio soletta/trave	pps	[kN/m]	168.75
reazione totale	W <sub>pp</sub>	[kN]	2990
momento muro di paramento	M <sub>Tm</sub>	[kNm]	449
momento intradosso zattera	M <sub>Tz</sub>	[kNm]	4785

### Carichi permanenti portati

permanentemente portati/trave	spp	[kN/m]	204.00
reazione totale	W <sub>spp</sub>	[kN]	2907
momento muro di paramento	M <sub>Tm</sub>	[kNm]	436
momento intradosso zattera	M <sub>Tz</sub>	[kNm]	4651

### Carichi mobili verticali da traffico ferroviario

numero binari	n		2
Eccentricità binario 1-asse spalla	m		2
Eccentricità binario 2-asse spalla	m		-2
Eccentricità binario 3-asse spalla	m		
coefficiente dinamico	φ		1
LM71			
Carico asse		[kN]	250
Carico UDL		[kN/m]	80
Interasse assi		[m]	1.6
Coefficiente di adattamento		α	1.1
Reazione massima verticale		[kN]	1714
Reazione massima verticale per a			1885.4
Momento longitudinale massimo per a		[kNm]	3770.8
SW/0			
Carico UDL		[kN/m]	133
distanza "a"		[m]	15
distanza "c"		[m]	5.3

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 66 di 144

Coefficiente di adattamento	$\alpha$	1.1
Reazione massima verticale	[kN]	1705
Reazione massima verticale per a		1875.5
Momento longitudinale massimo per a	[kNm]	3751

SW/2

Carico UDL	[kN/m]	150
distanza "a"	[m]	25
distanza "c"	[m]	7
Coefficiente di adattamento	$\alpha$	1
Reazione massima verticale	[kN]	2205
Reazione massima verticale per a		2205
Momento longitudinale massimo per a	[kNm]	4410

componente da massimizzare			max N e MT	max ML
	Treno		LM71+SW/2	SW/2
Reazione verticale	N	[kN]	4090	2205
Momento trasversale muro frontale	$M_{Tm}$	[kNm]	614	331
Momento trasversale fondazione	$M_{Tz}$	[kNm]	6545	3528
Momento longitudinale	$M_L$	[kNm]	639	4410
coefficiente di combinazione	$\psi_0$		0.60	0.60

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 67 di 144

## AZIONI ORIZZONTALI PROVENIENTI DALLA SPALLA

### *Spinta del cuneo di terreno*

parametri geotecnici	M1		
coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_{\phi'}$		1.00
angolo di attrito del terreno - valore caratteristico	$\phi'_k$	[deg]	38
angolo di attrito del terreno - valore di progetto	$\phi'_d$	[deg]	38
angolo di attrito terreno-parete	$\delta$	[deg]	0.0
coefficiente di spinta in quiete	K0		0.3843
componente orizzontale del coefficiente di spinta	K0h		0.3843
altezza di terreno non spingente	h	[m]	0
spinta terreno su muro	S <sub>m</sub>	[kN]	2329
eccentricità muro	e <sub>vm</sub>	[m]	2.23
momento muro frontale	M <sub>Tm</sub>	[kNm]	5202
spinta terreno su muro+fondazione	S <sub>z</sub>	[kN]	3927
eccentricità fondazione	e <sub>vz</sub>	[m]	2.90
forza di attrito terreno su muro+fondazione	N <sub>z</sub>	[kN]	0
eccentricità fondazione	e <sub>Tz</sub>	[m]	-4.8
momento intradosso zattera	M <sub>Tz</sub>	[kNm]	11389

### *Sovraccarichi permanenti portati*

carico uniforme	q	[kN/m <sup>2</sup> ]	16.0
spinta terreno su muro	S <sub>m</sub>	[kN]	556
eccentricità muro	e <sub>vm</sub>	[m]	3.4
momento muro frontale	M <sub>Tm</sub>	[kNm]	1863
spinta terreno su muro+fondazione	S <sub>z</sub>	[kN]	722
eccentricità fondazione	e <sub>vz</sub>	[m]	4.4
forza di attrito terreno su muro+fondazione	N <sub>z</sub>	[kN]	0
eccentricità fondazione	e <sub>Tz</sub>	[m]	-4.8
momento intradosso zattera	M <sub>Tz</sub>	[kNm]	3142

### *Sovraccarichi variabili sulla spalla*

carico uniforme	q	[kN/m <sup>2</sup> ]	50
spinta terreno su muro	S <sub>m</sub>	[kN]	1738
eccentricità muro	e <sub>vm</sub>	[m]	3.4
momento muro frontale	M <sub>Tm</sub>	[kNm]	5823
spinta terreno su muro+fondazione	S <sub>z</sub>	[kN]	2257
eccentricità fondazione	e <sub>vz</sub>	[m]	4.4

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 68 di 144

forza di attrito terreno su muro+fondazione	$N_z$	[kN]	<b>0</b>
eccentricità fondazione	$e_{Tz}$	[m]	-4.8
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$	[kNm]	<b>9818</b>

## AZIONI ORIZZONTALI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO

### Attrito dei vincoli

tipologia appoggio longitudinale			<b>FISSO</b>
sforzo normale permanente	$N_{pp}$	[kN]	2990
sforzo normale permanente non strutturale	$N_{spp}$	[kN]	2907
sforzo normale variabile	$N_q$	[kN]	4090
coefficiente di attrito	$\mu$		<b>0.04</b>
attrito carichi permanenti	$V_{L,pp}$	[kN]	<b>120</b>
attrito carichi permanenti non strutturali	$V_{L,spp}$	[kN]	<b>116</b>
attrito carichi variabili	$V_q$	[kN]	<b>164</b>
altezza baggiolo	$h_b$	[m]	<b>0.5</b>
eccentricità muro	$e_{vm}$	[m]	4.5
momento muro frontale carichi permanenti	$M_{Tm,pp}$	[kN]	<b>538</b>
momento muro frontale permanenti non strutturali	$M_{Tm,spp}$	[kN]	<b>523</b>
momento muro frontale carichi variabili	$M_{Tm,q}$	[kN]	<b>736</b>
eccentricità fondazione	$e_{vz}$	[m]	6.5
momento intradosso zattera carichi permanenti	$M_{Tz,pp}$	[kN]	<b>777</b>
momento intradosso zattera permanenti non strutturali	$M_{Tz,spp}$	[kN]	<b>756</b>
momento intradosso zattera carichi variabili	$M_{Tz,q}$	[kN]	<b>1064</b>

### Forza centrifuga

quota di applicazione rispetto al piano appoggi (incluso 1.8 m da P.F.)	[m]	<b>5.3</b>
velocità linea	$V$ [km/h]	200
velocità per SW	[km/h]	100
raggio di curvatura	$r$ [m]	15000000
lunghezza di influenza	$L_f$ [m]	28.5
fattore di riduzione per SW/2, LM71 e SW/0, caso 1	$f_1$	1.0
fattore di riduzione per LM71 e SW/0, caso 2	$f_2$	0.7
LM71		
$Q_{tk}$	[kN]	<b>0.0</b>
SW/0		
$Q_{tk}$	[kN]	<b>0.0</b>
SW/2		
$Q_{tk}$	[kN]	<b>0.0</b>

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 69 di 144

	Treno		LM71+SW/2	SW/2
Qtk			<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
eccentricità muro		$e_{vm}$ [m]	9.8	9.8
momento longitudinale muro frontale		$M_{Lm}$ [kN]	<b>0.4</b>	<b>0.1</b>
eccentricità fondazione		$e_{vz}$ [m]	11.8	11.8
momento longitudinale intradosso zattera		$M_{Lz}$ [kN]	<b>0.5</b>	<b>0.1</b>

### **Azione laterale (serpeggio)**

quota di applicazione rispetto al piano appoggi (da rotaia più alta)		[m]	3.5	
Valore della forza		[kN]	100	
	Treno		LM71+SW/2	SW/2
coefficiente di influenza orizzontale		$\alpha_h$	1.00	1.00
Valore della forza		[kN]	<b>210.0</b>	<b>100.0</b>
eccentricità muro		$e_{vm}$ [m]	8.0	8.0
momento longitudinale muro frontale		$M_{Lm}$ [kN]	<b>1680</b>	<b>800</b>
eccentricità fondazione		$e_{vz}$ [m]	10.0	10.0
momento longitudinale intradosso zattera		$M_{Lz}$ [kN]	<b>2100</b>	<b>1000</b>

### **Azione di avviamento e frenatura**

lunghezza totale impalcato		$L_{tot}$ [m]	28.5	
coefficiente di influenza orizzontale		$\alpha_h$	1.00	1.00
	Treno		LM71+SW/2	SW/2
azione di avviamento e frenatura		$V_L$ [kN]	<b>1998</b>	<b>997.5</b>
eccentricità muro		$e_{vm}$ [m]	4.5	4.5
momento muro frontale		$M_{Tm}$ [kN]	<b>8989</b>	<b>4489</b>
eccentricità fondazione		$e_{vz}$ [m]	6.5	6.5
momento intradosso zattera		$M_{Tz}$ [kN]	<b>12984</b>	<b>6484</b>

### **Vento trasversale**

pressione del vento		$q_w$ [kN/m <sup>2</sup> ]	2.50	
altezza superficie investita		$h_w$ [m]	12.00	
lunghezza totale impalcato		L [m]	28.5	
coefficiente di influenza orizzontale		$\alpha_h$	0.5	
azione trasversale del vento		$V_T$ [kN]	<b>428</b>	
eccentricità muro		$e_{vm}$ [m]	10.5	
momento muro frontale		$M_{Lm}$ [kN]	<b>4489</b>	
eccentricità fondazione		$e_{vz}$ [m]	12.5	
momento intradosso zattera		$M_{Lz}$ [kN]	<b>5344</b>	

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 70 di 144

## AZIONI SISMICHE

### Valutazione dell'azione sismica

accelerazione orizzontale massima al sito	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	3.600
coefficiente di amplificazione spettrale massima	$F_0$		2.346
periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale	$T_{c^*}$	[s]	0.395

### CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI STRATIGRAFICHE

#### Categoria di sottosuolo

coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_s$		1.06
coefficiente di sottosuolo	$C_c$		1.32

#### Categoria topografica

coefficiente di amplificazione topografica	$S_T$		1.00
$S_s \times S_T$	$S$		1.056
coefficiente di smorzamento viscoso	$\xi$		5%
$\sqrt{(10/(5+\xi))}$	$\eta$		1.00

### SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE

#### Componenti orizzontali

periodo di inizio tratto a v = cost	$T_C$	s	0.52
periodo di inizio tratto ad a = cost	$T_B$	s	0.17
periodo di inizio tratto a s = cost	$T_D$	s	3.07

#### Componenti verticali

coefficiente di amplificazione spettrale massima	$F_v$		1.92
periodo di inizio tratto a v = cost	$T_C$	s	0.15
periodo di inizio tratto ad a = cost	$T_B$	s	0.05
periodo di inizio tratto a s = cost	$T_D$	s	1.00

### PARAMETRI DI ANALISI

accelerazione orizzontale massima al sito	$a_{max}$	[m/s <sup>2</sup> ]	3.800
fattore di struttura	$q$		1
coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	$\beta_m$		1.00
coefficiente sismico orizzontale	$k_h = \beta_m \times a_{max} / g$		0.387
coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm k_h / 2$		0.194

### Impalcato

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 71 di 144

peso proprio impalcato + carichi permanenti portati	p	[kN/m]	414
peso totale impalcato	$W_{tot}$	[kN]	12613
periodo fondamentale longitudinale	$T_L$	[s]	0.00
accelerazione spettrale longitudinale	$S_{eL}$	[m/s <sup>2</sup> ]	3.8
forza sismica longitudinale su spalla	$F_L$	[kN]	4886
coefficiente di influenza longitudinale	$\alpha_{hL}$		1.00
coefficiente di influenza trasversale	$\alpha_{hT}$		0.50
periodo fondamentale trasversale	$T_T$	[s]	0.00
accelerazione spettrale trasversale	$S_{eT}$	[m/s <sup>2</sup> ]	3.8
forza sismica trasversale su spalla	$F_T$	[kN]	2443
eccentricità muro, azioni L	$e_{vm}$	[m]	4.5
eccentricità muro, azioni T	$e_{vm}$	[m]	5.4
momento muro frontale	$M_{Tm}$	[kN]	21988
momento muro frontale	$M_{Lm}$	[kN]	13071
eccentricità fondazione, azioni L	$e_{vz}$	[m]	6.5
eccentricità fondazione, azioni T	$e_{vz}$	[m]	7.4
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$	[kN]	31761
momento intradosso zattera	$M_{Lz}$	[kN]	17957
<b>Paraghiaia</b>			
peso	$W_p$	[kN]	456
forza sismica	$F_L = F_T$	[kN]	177
eccentricità muro	$e_{vm}$	[m]	5.4
momento muro frontale	$M_{Tm} = M_{Lm}$	[kN]	944
eccentricità fondazione	$e_{vz}$	[m]	7.4
momento intradosso zattera	$M_{Tz} = M_{Lz}$	[kN]	1297
<b>Muro frontale</b>			
peso	$W_p$	[kN]	2295
forza sismica	$F_L = F_T$	[kN]	889
eccentricità muro	$e_{vm}$	[m]	2.0
momento muro frontale	$M_{Tm} = M_{Lm}$	[kN]	1778
eccentricità fondazione	$e_{vz}$	[m]	4.0
momento intradosso zattera	$M_{Tz} = M_{Lz}$	[kN]	3556
<b>Muri andatori</b>			
peso	$W_p$	[kN]	1990
forza sismica	$F_L = F_T$	[kN]	771
eccentricità muro	$e_{vm}$	[m]	2.0
momento muro frontale	$M_{Tm} = M_{Lm}$	[kN]	1542
eccentricità fondazione	$e_{vz}$	[m]	4.0

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 72 di 144

momento intradosso zattera	$M_{Tz} = M_{Lz}$ [kN]	<b>3084</b>		
<b>Zattera di fondazione</b>				
peso	$W_p$ [kN]	8064		
forza sismica	$F_L = F_T$ [kN]	<b>3124</b>		
eccentricità fondazione	$e_{Vz}$ [m]	1.0		
momento intradosso zattera	$M_{Tz} = M_{Lz}$ [kN]	<b>3124</b>		
<b>Terreno di rinterro</b>				
peso	$W_p$ [kN]	8177		
forza sismica	$F_L = F_T$ [kN]	<b>3168</b>		
eccentricità muro	$e_{Vm}$ [m]	3.4		
momento muro frontale	$M_{Tm} = M_{Lm}$ [kN]	<b>10612</b>		
eccentricità fondazione	$e_{Vz}$ [m]	4.4		
momento intradosso zattera	$M_{Tz} = M_{Lz}$ [kN]	<b>13780</b>		
<b>Cuneo di terreno</b>			<b>1+kv</b>	<b>1-kv</b>
			1.00	1.00
metodo di analisi			Wood	
angolo di attrito del terreno	$\phi'_k$ [deg]	38	38	
angolo di attrito terreno-parete	$\delta$ [deg]	0	0	
angolo sismico	$\theta$ [deg]	1.00	1.00	
coefficiente di spinta attiva	$K_a$	1.0000	1.0000	
componente orizzontale del coefficiente di spinta	$K_{ah}$	1.0000	1.0000	
incremento di coefficiente di spinta in fase sismica	$\Delta K_{ah}$	0.3874	0.3874	
spinta terreno su muro	$S_m$ [kN]	<b>4695</b>	<b>4695</b>	
eccentricità muro	$e_{Vm}$ [m]	3.35	3.35	
momento muro frontale	$M_{Tm}$ [kNm]	<b>15730</b>	<b>15730</b>	
spinta terreno su muro+fondazione	$S_z$ [kN]	<b>7917</b>	<b>7917</b>	
eccentricità fondazione	$e_{Vz}$ [m]	4.4	4.4	
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$ [kNm]	<b>34440</b>	<b>34440</b>	

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 73 di 144

## 10.2 GRUPPI DI CARICHI, SOLLECITAZIONI E COMBINAZIONI

### Gruppi di carico ferroviario

#### BASE MURO FRONTALE

		N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
Gruppo 1, max N e M <sub>T</sub>	Gr1_1	4090	999	210	2320	5108
Gruppo 1, max M <sub>L</sub>	Gr1_2	2205	499	100	5210	2575
Gruppo 3, max N e M <sub>T</sub>	Gr2_1	4090	1998	105	1479	9602
Gruppo 3, max M <sub>L</sub>	Gr2_2	2205	998	50	4810	4820
Gruppo 4, max N e M <sub>T</sub>	Gr3_1	2454	1199	126	1392	5761
Gruppo 4, max M <sub>L</sub>	Gr3_2	1323	599	60	3126	2892

#### INTRADOSSO ZATTERA

		N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
Gruppo 1, max N e M <sub>T</sub>	Gr1_1	4090	999	210	2740	13037
Gruppo 1, max M <sub>L</sub>	Gr1_2	2205	499	100	5410	6770
Gruppo 3, max N e M <sub>T</sub>	Gr2_1	4090	1998	105	1689	19528
Gruppo 3, max M <sub>L</sub>	Gr2_2	2205	998	50	4910	10012
Gruppo 4, max N e M <sub>T</sub>	Gr3_1	2454	1199	126	1644	11717
Gruppo 4, max M <sub>L</sub>	Gr3_2	1323	599	60	3246	6007

### SOLLECITAZIONI RISULTANTI - VALORI CARATTERISTICI

#### BASE MURO FRONTALE

spinta sovraccarichi permanenti	g5	0	556	0	0	1863
spinta sovraccarichi variabili	q2	0	1738	0	0	5823
carichi permanenti strutturali su impalcato	r1	2990	0	0	0	449
carichi permanenti portati su impalcato	r2	2907	0	0	0	436
attrito dei vincoli	r3	0	236	0	0	1062
Gruppo 1, max N e M <sub>T</sub>	Gr1_1	4090	999	210	2320	5108
Gruppo 1, max M <sub>L</sub>	Gr1_2	2205	499	100	5210	2575
Gruppo 3, max N e M <sub>T</sub>	Gr2_1	4090	1998	105	1479	9602
Gruppo 3, max M <sub>L</sub>	Gr2_2	2205	998	50	4810	4820
Gruppo 4, max N e M <sub>T</sub>	Gr3_1	2454	1199	126	1392	5761
Gruppo 4, max M <sub>L</sub>	Gr3_2	1323	599	60	3126	2892
vento trasversale	w	0	0	428	4489	0

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 74 di 144

forze di inerzia massa spalla	918	1837	1837	4264	4264
forze di inerzia massa impalcato	1142	4886	2443	13071	21988
forze di inerzia massa terreno di rinterro	0	3168	3168	10612	10612
sovraspinta sismica terreno 1+kv	0	4695	0	0	15730
sovraspinta sismica terreno 1-kv	0	4695	0	0	15730

### INTRADOSSO ZATTERA

		N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
peso proprio spalla	<b>g1</b>	12805	0	0	0	-464
peso proprio terreno di rinterro	<b>g2</b>	8177	0	0	0	-17171
sovraccarichi permanenti su spalla	<b>g3</b>	1166	0	0	0	-2449
spinte terreno di rinterro	<b>g4</b>	0	3927	0	0	11389
spinta sovraccarichi permanenti	<b>g5</b>	0	722	0	0	3142
sovraccarichi variabili su spalla	<b>q1</b>	3645	0	0	0	-7655
spinta sovraccarichi variabili	<b>q2</b>	0	2257	0	0	9818
carichi permanenti strutturali su impalcato	<b>r1</b>	2990	0	0	0	4785
carichi permanenti portati su impalcato	<b>r2</b>	2907	0	0	0	4651
attrito dei vincoli	<b>r3</b>	0	236	0	0	1533
Gruppo 1, max N e M <sub>T</sub>	<b>Gr1_1</b>	4090	999	210	2740	13037
Gruppo 1, max M <sub>L</sub>	<b>Gr1_2</b>	2205	499	100	5410	6770
Gruppo 3, max N e M <sub>T</sub>	<b>Gr2_1</b>	4090	1998	105	1689	19528
Gruppo 3, max M <sub>L</sub>	<b>Gr2_2</b>	2205	998	50	4910	10012
Gruppo 4, max N e M <sub>T</sub>	<b>Gr3_1</b>	2454	1199	126	1644	11717
Gruppo 4, max M <sub>L</sub>	<b>Gr3_2</b>	1323	599	60	3246	6007
vento trasversale	<b>w</b>	0	0	428	5344	0
forze di inerzia massa spalla		2480	4961	4961	7388	7388
forze di inerzia massa impalcato		1142	4886	2443	17957	31761
forze di inerzia massa terreno di rinterro		1584	3168	3168	13780	13780
sovraspinta sismica terreno 1+kv		0	7917	0	0	34440
sovraspinta sismica terreno 1-kv		0	7917	0	0	34440

APPALTATORE:

**TELESE** S.c.a r.l.

Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata

ITINERARIO NAPOLI – BARI  
 RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
 II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO

PROGETTAZIONE:

Mandataria:

Mandante:

SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

PROGETTO ESECUTIVO

PONTI E VIADOTTI

RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF2R

2.2.E.ZZ

CL

VI.18.0.0.001

B

75 di 144

## COMBINAZIONE DELLE AZIONI

	SLE	QP	FREQ.1	FREQ.2	RARA 1	RARA 2	RARA 3	RARA 4	SLV 1	SLV 2	SLV 3	SLV 4
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>STATO LIMITE DI ESERCIZIO</b>												
peso proprio spalla	g1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
peso proprio terreno di riporto	g2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
sovraccarichi permanenti su spalla	g3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
spinte terreno di riporto	g4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
spinta sovraccarichi permanenti	g5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
sovraccarichi variabili su zattera spalla	q1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
spinta sovraccarichi variabili	q2	0.0	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
carichi permanenti strutturali su impalcato	r1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
carichi permanenti portati su impalcato	r2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
attrito dei vincoli	r3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Gruppo 1, max N e M <sub>T</sub>	Gr1_1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gruppo 1, max M <sub>L</sub>	Gr1_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gruppo 3, max N e M <sub>T</sub>	Gr2_1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gruppo 3, max M <sub>L</sub>	Gr2_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gruppo 4, max N e M <sub>T</sub>	Gr3_1	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gruppo 4, max M <sub>L</sub>	Gr3_2	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
vento trasversale	w	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
<b>STATO LIMITE ULTIMO</b>												
peso proprio spalla	g1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
peso proprio terreno di riporto	g2	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
sovraccarichi permanenti su spalla	g3	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
spinte terreno di riporto	g4	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta sovraccarichi permanenti	g5	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
sovraccarichi variabili su zattera spalla	q1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
spinta sovraccarichi variabili	q2	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
carichi permanenti strutturali su impalcato	r1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
carichi permanenti portati su impalcato	r2	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
attrito dei vincoli	r3	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Gruppo 1, max N e M <sub>T</sub>	Gr1_1	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gruppo 1, max M <sub>L</sub>	Gr1_2	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gruppo 3, max N e M <sub>T</sub>	Gr2_1	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gruppo 3, max M <sub>L</sub>	Gr2_2	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gruppo 4, max N e M <sub>T</sub>	Gr3_1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gruppo 4, max M <sub>L</sub>	Gr3_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vento trasversale	w	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
sisma longitudinale	e <sub>L</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sisma trasversale	e <sub>T</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
delta sisma verticale	e <sub>v</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.30	0.30	-0.30

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 76 di 144

### SOLLECITAZIONI RISULTANTI - VALORI DI PROGETTO

#### BASE MURO FRONTALE

COMBINAZIONE		N [kN]	VL [kN]	VT [kN]	ML [kNm]	MT [kNm]
1	QP	8648.0	3121.2	0.0	0.0	8737.8
2	FREQ 1	11102.2	5188.8	126.0	1391.7	17410.6
3	FREQ 2	9971.0	4588.8	60.0	3126.1	14540.9
4	RARA 1	12738.4	5858.2	466.5	5012.8	19668.6
5	RARA 2	10853.0	5358.2	356.5	7903.4	17135.8
6	RARA 3	12738.4	6856.9	361.5	4172.6	24163.0
7	RARA 4	10853.0	5856.9	306.5	7503.3	19380.2

COMBINAZIONE		N [kN]	VL [kN]	VT [kN]	ML [kNm]	MT [kNm]
1	SLU 1	18041.9	7761.6	689.3	7403.3	26302.0
2	SLU 2	15308.1	7036.6	529.8	11594.5	22629.4
3	SLU 3	18041.9	9209.8	537.0	6185.0	32818.8
4	SLU 4	15308.1	7759.8	457.3	11014.5	25883.7
5	SLU 5	16855.7	9134.6	506.6	5756.0	31722.8
6	SLU 6	14668.6	7974.6	442.8	9619.5	26174.7
5	SLV 1	10084.2	18454.4	2255.2	8680.0	64417.3
6	SLV 2	8847.9	18454.4	2255.2	8680.0	64417.3
7	SLV 3	10084.2	8044.4	7489.4	28410.9	26702.3
8	SLV 4	8847.9	8044.4	7489.4	28410.9	26702.3

#### INTRADOSSO ZATTERA

COMBINAZIONE		N [kN]	VL [kN]	VT [kN]	ML [kNm]	MT [kNm]
1	QP	28045.0	4885.4	0.0	0.0	5415.6
2	FREQ 1	30499.2	7212.4	126.0	1643.8	22041.6
3	FREQ 2	29368.0	6612.4	60.0	3246.1	16331.6
4	RARA 1	32135.4	8141.1	466.5	5945.9	28270.1
5	RARA 2	30250.0	7641.1	356.5	8616.4	22003.5
6	RARA 3	32135.4	9139.9	361.5	4895.7	34762.0
7	RARA 4	30250.0	8139.9	306.5	8116.3	25245.4

COMBINAZIONE		N [kN]	VL [kN]	VT [kN]	ML [kNm]	MT [kNm]
1	SLU 1	44402.8	10769.9	689.3	8781.9	38404.4
2	SLU 2	47136.5	8961.5	529.8	12654.1	13123.4
3	SLU 3	44402.8	12218.1	537.0	7259.0	47817.6
4	SLU 4	41669.0	10768.1	457.3	11929.0	34018.5
5	SLU 5	43216.6	12293.3	506.6	6769.1	45001.6
6	SLU 6	41029.5	11133.3	442.8	10505.1	33962.3
5	SLV 1	30425.0	26668.0	3192.4	12075.4	98653.5
6	SLV 2	27301.1	26668.0	3192.4	12075.4	98653.5
7	SLV 3	21081.9	11816.0	10613.4	39673.0	55817.5
8	SLV 4	17958.0	11816.0	10613.4	39673.0	55817.5

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 77 di 144

### 10.3 VERIFICA MURO FRONTALE

#### VERIFICHE MURO FRONTALE

#### STATO LIMITE ULTIMO

##### Sollecitazioni base muro frontale

COMBINAZIONE	N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
SLU 1	18042	7762	689	7403	26302
SLU 2	15308	7037	530	11595	22629
SLU 3	18042	9210	537	6185	32819
SLU 4	15308	7760	457	11014	25884
SLU 5	16856	9135	507	5756	31723
SLU 6	14669	7975	443	9620	26175
SLV 1	10084	18454	2255	8680	64417
SLV 2	8848	18454	2255	8680	64417
SLV 3	10084	8044	7489	28411	26702
SLV 4	8848	8044	7489	28411	26702

##### Verifica a presso-flessione

###### geometria sezione

larghezza sezione	bTm	[m]	13.5
altezza sezione	bLm	[m]	1.7

###### armatura compressa

###### strato 1

diametro armatura	$\phi$	[mm]	26
interasse barre	$i\phi$	[mm]	200
numero barre	$n\phi$		67
copriferro di calcolo strato 1	$c'_1$	[mm]	53
area armatura compressa strato 1	$A'_{s1}$	[mm <sup>2</sup> ]	35572

###### strato 2

diametro armatura	$\phi$	[mm]	0
interasse barre	$i\phi$	[mm]	200
numero barre	$n\phi$		67
copriferro di calcolo strato 2	$c'_2$	[mm]	53
area armatura compressa strato 2	$A'_{s2}$	[mm <sup>2</sup> ]	0

area armatura compressa	$A'_s$	[mm <sup>2</sup> ]	35572
rapporto geometrico di armatura	$\rho'_s$		0.15%

###### armatura tesa

###### strato 1

diametro armatura	$\phi$	[mm]	26
interasse barre	$i\phi$	[mm]	100

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 78 di 144

numero barre	$n\phi$		134
copriferro di calcolo strato 1	$c_1$	[mm]	53
area armatura tesa strato 1	$A_{s1}$	[mm <sup>2</sup> ]	71145
<b>strato 2</b>			
diametro armatura	$\phi$	[mm]	26
interasse barre	$i\phi$	[mm]	200
numero barre	$n\phi$		67
copriferro di calcolo strato 2	$c_2$	[mm]	105
area armatura tesa strato 2	$A_{s2}$	[mm <sup>2</sup> ]	35572
area armatura tesa	$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	106717
rapporto geometrico di armatura	$\rho_s$		0.46%
altezza utile	$d$	[mm]	1630

COMBINAZIONE	$M_{L, Rd}$ [kNm]	$M_{T, Rd}$ [kNm]	Verifica
SLU 1	196813.5	78146.2	SI
SLU 2	180187.5	76317.6	SI
SLU 3	196813.5	78146.2	SI
SLU 4	180187.5	76317.6	SI
SLU 5	189602.3	77355.7	SI
SLU 6	176273.7	75882.6	SI
SLV 1	147699.4	72731.2	SI
SLV 2	139859.0	71871.5	SI
SLV 3	147699.4	72731.2	SI
SLV 4	139859.0	71871.5	SI

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 79 di 144

### Verifica a taglio

#### Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

larghezza sezione	$b_w$	[mm]	13500
altezza sezione	$h$	[mm]	1700
altezza utile sezione	$d$	[mm]	1630
armatura longitudinale	$A_{sl}$	[mm <sup>2</sup> ]	106717
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_l$		0.005
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	[MPa]	
resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	[MPa]	33
resistenza a taglio	$V_{Rd}$	[kN]	<b>9003</b>
sfuerzo di taglio massimo	$V_{Ed}$	[kN]	<b>18454</b>

**non verificato**

#### Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

larghezza sezione	$b_w$	[mm]	13500
altezza sezione	$h$	[mm]	1700
altezza utile sezione	$d$	[mm]	1630
numero armature trasversali	$n^\circ \emptyset$		33.75
diametro armature trasversali	$\emptyset$	[mm]	20
interasse armature trasversali	$s$	[mm]	300
area dell'armatura trasversale	$A_{sw}$	[mm <sup>2</sup> ]	10603
resistenza di progetto	$f_{yd}$	[MPa]	391
resistenza a compressione del cls	$f_{cd}$	[MPa]	18.8
angolo di inclinazione armatura trasversale rispetto asse trave	$\alpha$	[DEG]	90
	$\cot \theta$		1.0
angolo di inclinazione puntone compresso rispetto asse trave	$\theta$	[DEG]	45
tensione di compressione calcestruzzo	$\sigma_{cp}$	[MPa]	0.00
coefficiente maggiorativo in elementi compressi	$\alpha_c$		1.00
resistenza a taglio trazione	$V_{Rsd}$	[kN]	20284
resistenza a compressione del cls ridotta	$f_{cd}'$	[MPa]	9.4
resistenza a taglio compressione	$V_{Rcd}$	[kN]	93128
resistenza a taglio	$V_{Rd}$	[kN]	<b>20284</b>
sfuerzo di taglio massimo	$V_{Ed}$	[kN]	<b>18454</b>

**verificato**

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.001	REV. B	FOGLIO 80 di 144

## STATO LIMITE DI ESERCIZIO

### Sollecitazioni base muro frontale

combinazione	N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
QP	8648	3121	0	0	8738
FREQ 1	11102	5189	126	1392	17411
FREQ 2	9971	4589	60	3126	14541
RARA 1	12738	5858	467	5013	19669
RARA 2	10853	5358	357	7903	17136
RARA 3	12738	6857	362	4173	24163
RARA 4	10853	5857	307	7503	19380

### Verifica a fessurazione senza calcolo diretto

grandezze di progetto			QP	FREQ 1	FREQ 2
valore di calcolo di apertura delle fessure	$w_d$	[mm]	0.2	0.2	0.2
diametro armatura longitudinale	$\phi$	[mm]	26	26	26
interasse barre	$i\phi$	[mm]	100	100	100

### tabelle C4.1.II e III della Circ. alle NTC08

limite di tensione dell'acciaio	$\sigma_s$	[MPa]	160	160	160
---------------------------------	------------	-------	-----	-----	-----

### sollecitazioni massime

sfuerzo normale minimo	$N_{MIN}$	[kN]	8648	11102	9971
momento flettente massimo	$M_{MAX}$	[kNm]	8738	17411	14541

### IPOTESI FLESSIONE RETTA, N=0

coefficiente di omogeneizzazione	n		15	15	15
distanza estradosso sezione-asse neutro	$y_n$	[mm]	948	948	948
momento di inerzia sezione ideale	$J_{id}$	[mm <sup>4</sup> ]	5.327E+12	5.327E+12	5.327E+12
modulo di resistenza sezione ideale	$W_{id}$	[mm <sup>3</sup> ]	7.620E+09	7.620E+09	7.620E+09
tensione massima acciaio	$\sigma_s$	[MPa]	17	34	29

verifica      verifica      verifica

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 81 di 144

## 10.4 VERIFICA PARAGHIAIA

### MURO PARAGHIAIA

altezza	$h_p$	[m]	2.70
lunghezza	$b_{Tp}$	[m]	13.5

#### **Azioni trasmesse dal terreno**

peso specifico terreno	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20
carico uniforme sovraccarico	$q$	[kN/m <sup>2</sup> ]	50
coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_{\phi'}$		1.00
angolo di attrito del terreno - valore caratteristico	$\phi'_k$	[deg]	38
angolo di attrito del terreno - valore di progetto	$\phi'_k$	[deg]	38
angolo di attrito terreno-parete	$\delta$	[deg]	0.0
coefficiente spinta orizzontale	$k$		0.4
spinta terreno	$S_{a,t}$	[kN]	378.2
spinta sovraccarico	$S_{a,s}$	[kN]	700.5
eccentricità spinta terreno	$e_{S_{a,t}}$	[m]	0.9
eccentricità spinta sovraccarico	$e_{S_{a,s}}$	[m]	1.4
momento spinta terreno	$M_t$	[kNm]	340.4
momento spinta sovraccarico	$M_s$	[kNm]	945.6

#### **Condizione sismica**

##### *Inerzie*

peso paraghiaia	$W_p$	[kN]	456
forza sismica	$F_L$	[kN]	177
eccentricità base paraghiaia	$e$	[m]	1.4
momento forza sismica	$M_s$	[kNm]	238.3
accelerazione orizzontale massima al sito	$a_{max}$	[m/s <sup>2</sup> ]	3.8
fattore di struttura	$q$		1

##### *Sovraspinta sismica*

			<b>1+k<sub>v</sub></b>	<b>1-k<sub>v</sub></b>
			1.00	1.00
metodo di analisi		Wood		
angolo di attrito del terreno	$\phi'_k$	[deg]	38.00	38.00
angolo di attrito terreno-parete	$\delta$	[deg]	0.00	0.00
angolo sismico	$\theta$	[deg]	1.00	1.00
coefficiente di spinta attiva	$K_a$		1.00	1.00
componente orizzontale del coefficiente di spinta	$K_{ah}$		1.00	1.00
incremento di coefficiente di spinta in fase sismica	$\Delta K_{ah}$		0.39	0.39
spinta terreno su muro	$S_m$	[kN]	763	763
eccentricità muro	$e_{V_m}$	[m]	1.35	1.35
momento spinta	$M_s$	[kNm]	1029.4	1029.4

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B FOGLIO 82 di 144

## COMBINAZIONE AZIONI

## STATO LIMITE ESERCIZIO

COMBINAZIONE		N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	M <sub>T</sub> [kNm]
1	QP	456	378	340
2	FREQ	456	939	1097
3	RARA	456	1079	1286

## STATO LIMITE ULTIMO

COMBINAZIONE		N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	M <sub>T</sub> [kNm]
1	SLU	615	1561	1878
2	SLV	456	1281	1559

## Verifica a presso-flessione

### geometria sezione

larghezza sezione	bTm	[m]	13.5
altezza sezione	bLm	[m]	0.5

### armatura compressa

#### strato 1

diametro armatura	$\phi$	[mm]	14
interasse barre	$i\phi$	[mm]	200
numero barre	$n\phi$		68
copriferro di calcolo strato 1	$c'_1$	[mm]	47
area armatura compressa strato 1	$A'_{s1}$	[mm <sup>2</sup> ]	10468

#### strato 2

diametro armatura	$\phi$	[mm]	0
interasse barre	$i\phi$	[mm]	200
numero barre	$n\phi$		68
copriferro di calcolo strato 2	$c'_2$	[mm]	47
area armatura compressa strato 2	$A'_{s2}$	[mm <sup>2</sup> ]	0

area armatura compressa	$A'_s$	[mm <sup>2</sup> ]	10468
rapporto geometrico di armatura	$\rho'_s$		0.16%

### armatura tesa

#### strato 1

diametro armatura	$\phi$	[mm]	20
interasse barre	$i\phi$	[mm]	200
numero barre	$n\phi$		67
copriferro di calcolo strato 1	$c_1$	[mm]	50
area armatura tesa strato 1	$A_{s1}$	[mm <sup>2</sup> ]	21049

#### strato 2

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 83 di 144

diámetro armatura	$\phi$	[mm]	0
interasse barre	$i\phi$	[mm]	200
numero barre	$n\phi$		67
copriferro di calcolo strato 2	$c_2$	[mm]	50
area armatura tesa strato 2	$A_{s2}$	[mm <sup>2</sup> ]	0
area armatura tesa	$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	21049
rapporto geometrico di armatura	$\rho_s$		0.31%
altezza utile	$d$	[mm]	450

#### VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

	$N_{MAX}$		SLU	SLV
sforzo normale massimo	$N_{MAX}$	[kN]	615	456
momento flettente trasversale	$M_T$	[kNm]	1878	1559
momento flettente resistente trasversale	$M_{T, Rd}$	[kNm]	3710	3677
		Verifica	OK	OK

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 84 di 144

## Verifica a taglio

### Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

larghezza sezione	$b_w$	[mm]	13500
altezza sezione	$h$	[mm]	500
altezza utile sezione	$d$	[mm]	450
armatura longitudinale	$A_{sl}$	[mm <sup>2</sup> ]	21049
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_l$		0.003
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	[MPa]	0.07
resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	[MPa]	33
resistenza a taglio	$V_{Rd}$	[kN]	<b>2804</b>
sforzo di taglio massimo	$V_{Ed}$	[kN]	<b>1561</b>

**verificato**

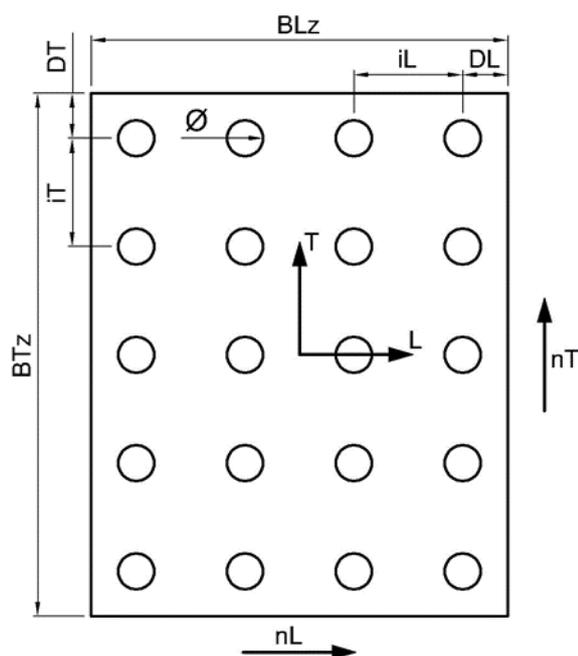
APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	85 di 144

## 10.5 VERIFICA ZATTERA E PALI

Le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione, sono state valutate mediante una ripartizione rigida delle sollecitazioni globali agenti a quota testa pali e in corrispondenza del baricentro del plinto di fondazione. Tali verifiche sono condotte senza tenere conto della ripartizione degli sforzi effettiva da analisi di gruppo e della verifica carichi orizzontali. Eventuali modifiche ai dimensionamenti sono riportate nel paragrafo di verifica dei carichi orizzontali, nel quale si portano in conto gli effetti di interazione e di gruppo.

### 10.5.1 Azioni di calcolo

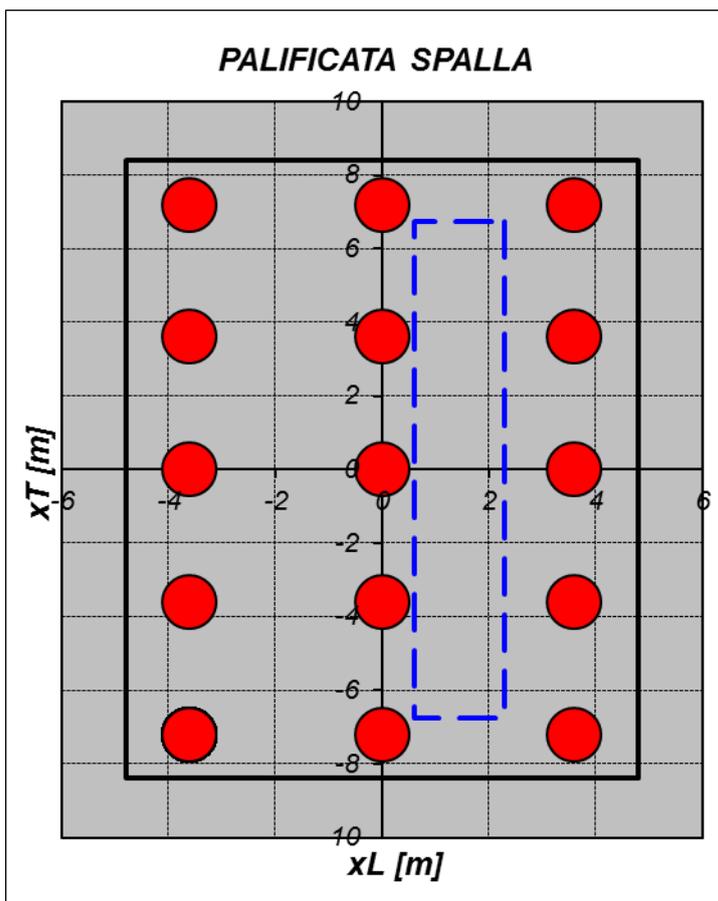
#### GEOMETRIA



tipologia palificata			GRIGLIA
base longitudinale	BLz	[m]	9.60
base trasversale	BTz	[m]	16.80
diámetro pali	Ø	[m]	1.2
numero pali longitudinali massimo	nL		3
numero pali trasversali massimo	nT		5
numero pali totali	n		15
intrasse pali longitudinale	iL	[m]	3.6
intrasse pali trasversale	iT	[m]	3.6
interasse minimo	i		3.0 Ø
distanza del palo dal bordo longitudinale	DL	[m]	1.2

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. FOGGIO B 86 di 144

distanza del palo dal bordo trasversale DT [m] 1.2



APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 87 di 144

## STATO LIMITE ULTIMO

### Sollecitazioni intradosso zattera

COMBINAZIONE	N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
SLU 1	44403	10770	689	8782	38404
SLU 2	47136	8962	530	12654	13123
SLU 3	44403	12218	537	7259	47818
SLU 4	41669	10768	457	11929	34019
SLU 5	43217	12293	507	6769	45002
SLU 6	41030	11133	443	10505	33962
SLV 1	30425	26668	3192	12075	98653
SLV 2	27301	26668	3192	12075	98653
SLV 3	21082	11816	10613	39673	55818
SLV 4	17958	11816	10613	39673	55818

### Sollecitazioni palo

COMBINAZIONE	N <sub>MAX</sub> [kN]	N <sub>MIN</sub> [kN]	V [kN]	M [kNm]
SLU 1	4190	1731	719	1894
SLU 2	3741	2544	598	1576
SLU 3	4423	1497	815	2147
SLU 4	3944	1612	719	1892
SLU 5	4257	1506	820	2160
SLU 6	3873	1597	743	1956
SLV 1	4992	-936	1791	4714
SLV 2	4784	-1144	1791	4714
SLV 3	3691	-880	1059	2788
SLV 4	3482	-1088	1059	2788

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 88 di 144

## 10.5.2 Verifiche Strutturali Pali

### Verifica a presso-flessione

#### geometria sezione

diametro palo	$\emptyset$	[m]	1.2	
diametro armatura longitudinale	$\phi$	[mm]	26	
numero barre	$n\phi$		72	1° 24+24, 2° 24
copriferro di calcolo	c	[mm]	140	
interasse barre	$i\phi$	[mm]	150	

#### sollecitazioni massime

	$N_{MAX}$	COMBO	SLU 1
sforzo normale massimo	$N_{MAX}$	[kN]	4190
momento flettente massimo	$M_{MAX}$	[kNm]	1894
momento flettente resistente	$M_{Rd}$	[kNm]	5783
		<b>Verifica</b>	<b>SI</b>
	$N_{MIN}$	COMBO	SLV 2
sforzo normale minimo	$N_{MIN}$	[kN]	-1144
momento flettente massimo	$M_{MAX}$	[kNm]	4714
momento flettente resistente	$M_{Rd}$	[kNm]	5068
		<b>Verifica</b>	<b>SI</b>
	$M_{MAX}$	COMBO	SLV 2
sforzo normale minimo	$N_{MIN}$	[kN]	-1144
momento flettente massimo	$M_{MAX}$	[kNm]	4714
momento flettente resistente	$M_{Rd}$	[kNm]	5068
		<b>Verifica</b>	<b>SI</b>

### Verifica a taglio

diametro palo	$\emptyset$	[mm]	1200
area cerchio	$A\phi$	[mm <sup>2</sup> ]	1130973
base equivalente al rettangolo	$b_w$	[mm]	1080
altezza utile equivalente al rettangolo	d	[mm]	834
area rettangolo equivalente	$A_R$	[mm <sup>2</sup> ]	901152
classe del calcestruzzo	$R_{ck}$	[MPa]	30
resistenza a compressione ridotta	$f'_{cd}$	[MPa]	8.3
resistenza a trazione di progetto	$f_{yd}$	[MPa]	391

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 89 di 144

### taglio compressione

forza assiale di progetto	$N_{ed}$	[kN]	4190
tensione media di compressione	$\sigma_{cp}$	[MPa]	3.7
coefficiente maggiorativo per membrature compresse	$\alpha_c$		1.22
resistenza di calcolo a "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	[kN]	<b>4117</b>

### taglio trazione

inclinazione puntone	$\theta$	[deg]	45	
		[rad]	0.79	
inclinazione staffe	$\alpha$	[deg]	90	
		[rad]	1.57	
diametro barre staffe	$\emptyset$	[mm]	16	24
numero bracci	n		2	2
area staffa	$A_{SW}$	[mm <sup>2</sup> ]	402.1	904.8
passo	s	[mm]	100	200
resistenza di calcolo a "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	[kN]	<b>1182</b>	<b>1329</b>

resistenza a taglio	$V_{Rd}$	[kN]	<b>2511</b>
taglio sollecitante	$V_{Ed}$	[kN]	<b>1791</b>

**verifica**

*Tali verifiche sono condotte senza tenere conto della ripartizione degli sforzi effettiva da analisi di gruppo e della verifica carichi orizzontali. Eventuali modifiche ai dimensionamenti sono riportate nel paragrafo di verifica dei carichi orizzontali, nel quale si portano in conto gli effetti di interazione e di gruppo.*

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 90 di 144

## STATO LIMITE DI ESERCIZIO

### Sollecitazioni intradosso zattera

combinazione	N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
QP	28045	4885	0	0	5416
FREQ 1	30499	7212	126	1644	22042
FREQ 2	29368	6612	60	3246	16332
RARA 1	32135	8141	467	5946	28270
RARA 2	30250	7641	357	8616	22003
RARA 3	32135	9140	362	4896	34762
RARA 4	30250	8140	307	8116	25245

### Sollecitazioni pali

combinazione	N <sub>MAX</sub> [kN]	N <sub>MIN</sub> [kN]	V [kN]	M [kNm]
QP	2020	1719	326	858
FREQ 1	2676	1391	481	1266
FREQ 2	2472	1444	441	1161
RARA 1	3038	1247	544	1431
RARA 2	2787	1246	510	1343
RARA 3	3199	1086	610	1606
RARA 4	2868	1165	543	1430

### Verifica a fessurazione senza calcolo diretto

#### grandezze di progetto

valore di calcolo di apertura delle fessure	w <sub>d</sub>	[mm]	0.2	0.2	0.2
diametro armatura longitudinale	φ	[mm]	26	26	26
interasse barre	iφ	[mm]	150	150	150

tabelle C4.1.II e III della Circ. alle NTC08

APPALTATORE:	 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>			
PROGETTAZIONE:			<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
Mandatario:	Mandante:					
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>				
<b>PONTI E VIADOTTI</b>			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001
			REV.	FOGLIO		
			B	91 di 144		

limite di tensione dell'acciaio	$\sigma_s$	[MPa]	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>160</b>
<b>sollecitazioni massime</b>			QP	FREQ 1	FREQ 2
sforzso normale minimo	<b>N<sub>MIN</sub></b>	[kN]	<b>1719</b>	<b>1391</b>	<b>1444</b>
momento flettente massimo	<b>M<sub>MAX</sub></b>	[kNm]	<b>858</b>	<b>1266</b>	<b>1161</b>
tensione massima acciaio	$\sigma_s$	[MPa]	<b>39</b>	<b>85</b>	<b>73</b>
			<b>verifica</b>	<b>verifica</b>	<b>verifica</b>

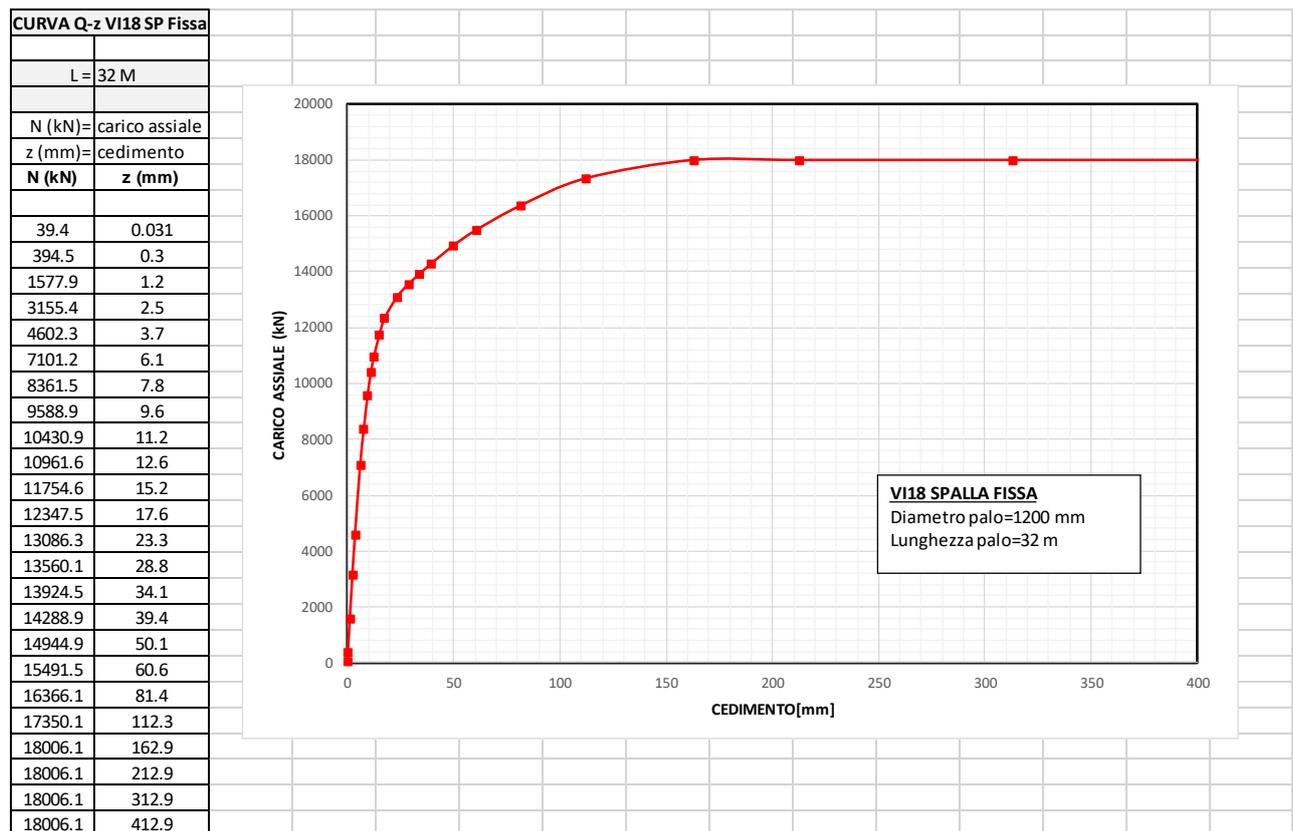
APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 92 di 144

### 10.5.3 Verifiche Geotecniche di capacità portante per carichi verticali

Confrontando il massimo sforzo di compressione agente nei pali con i valori riportate nelle curve di capacità portante dei pali (riportate all'interno della relazione geotecnica generale del Sub lotto dove ricade l'opera in esame), si è scelto di utilizzare dei pali aventi lunghezza pari a **32 m**.

Circa i cedimenti la valutazione della curva carico-cedimento del palo è stata effettuata con il metodo delle curve di trasferimento ( $\tau$ -s e q-s).

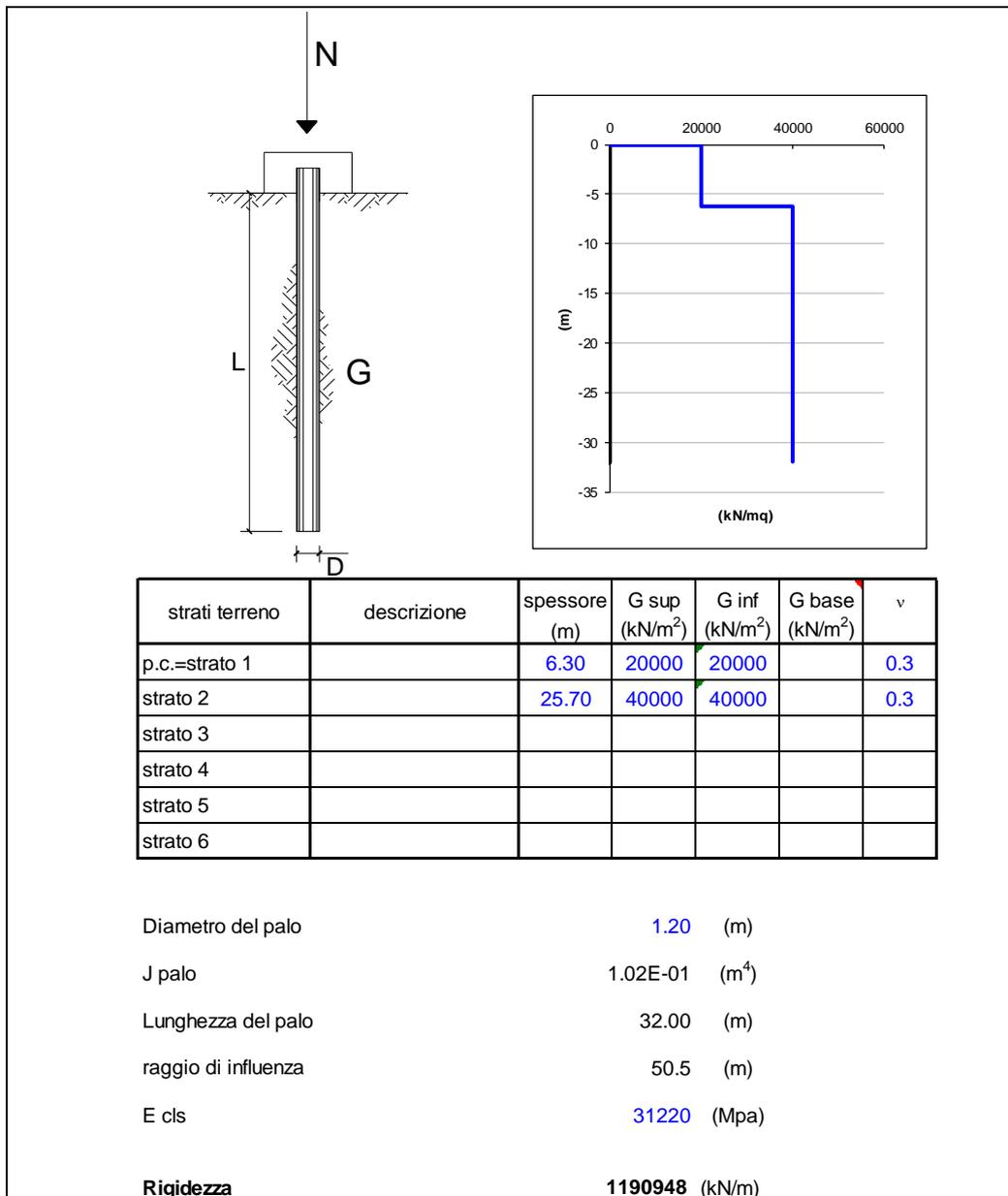
I cedimenti assumono valori ammissibili.



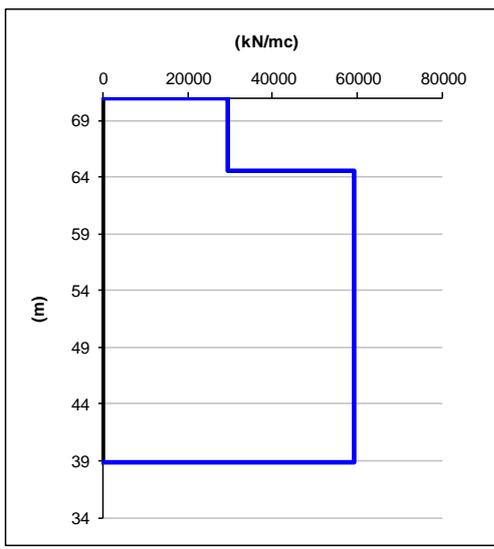
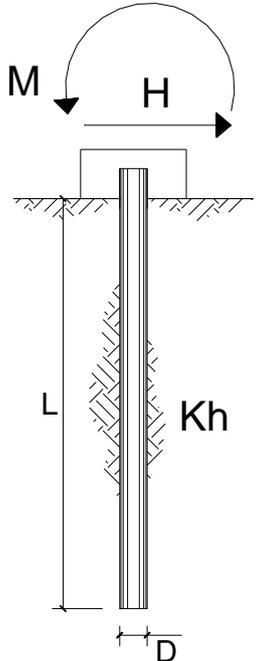
APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 93 di 144

### 10.5.4 Verifiche Geotecniche di capacità portante per carichi orizzontali

Si analizza di seguito la ripartizione orizzontale dei carichi mediante procedura proposta da Mancina, Nori, lasiello “Progetti e calcoli di Geotecnica, DEI”.



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL VI.18.0.0.001 B 94 di 144



scala grafico

strati terreno	descrizione	quote (m)	$k_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	$n_h$ (kN/m <sup>3</sup> )
p.c.=strato 1		70.50	29629.63	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2		64.20	59259.26	
<input type="checkbox"/> strato 3				
<input type="checkbox"/> strato 4				
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

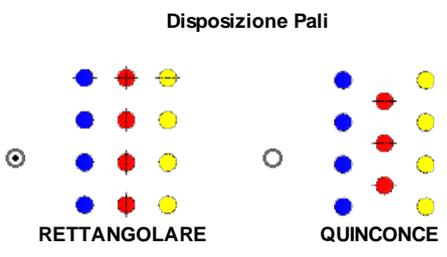
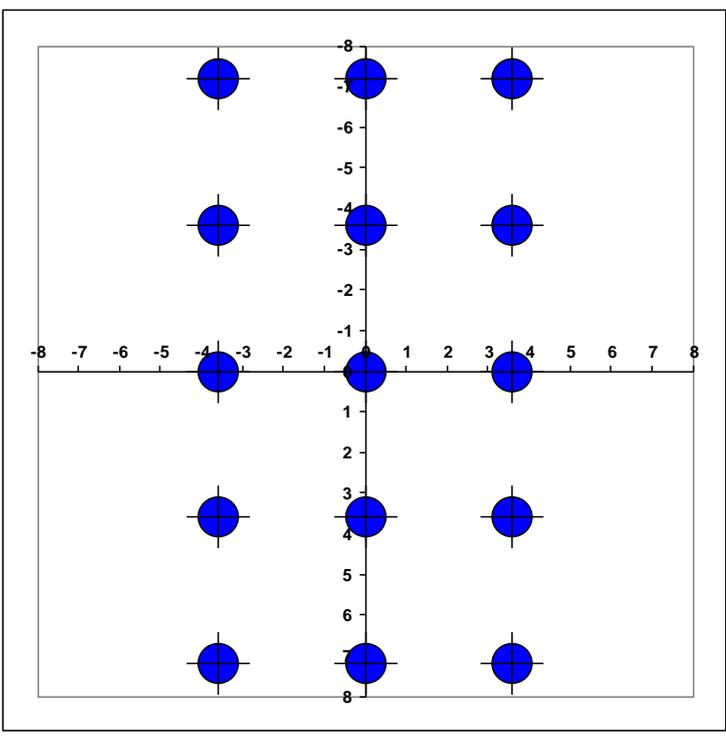
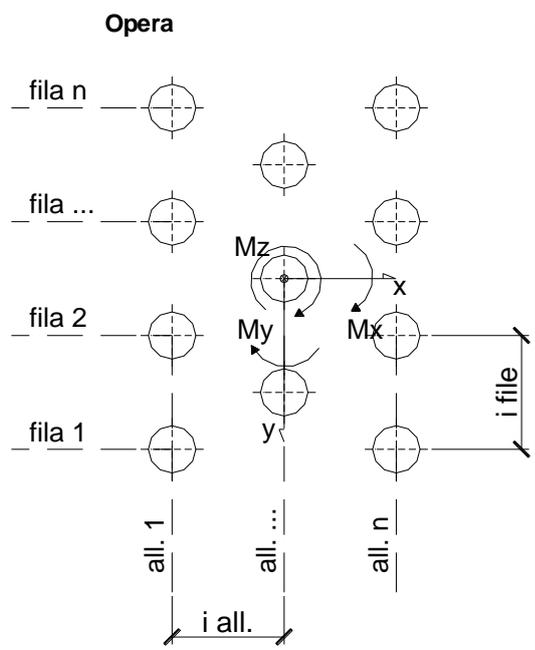
Diametro del palo 1.20 (m)  
 J palo 1.02E-01 (m<sup>4</sup>)  
 Lunghezza del palo 32.00 (m)  
 E cls 31220 (Mpa)  
 dim elementi 0.2 (m)

Matrice Rigidezza palo singolo

	H	M
u	153240	345244
θ	345244	1508938

**Calcolo**  
(ctrl+r)

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.18.0.0.001</td> <td>B</td> <td>95 di 144</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	95 di 144
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	95 di 144								



diametro pali <input type="text" value="1.20"/> (m)	numero file <input type="text" value="5"/>	numero allineamenti <input type="text" value="3"/>	numero pali <input type="text" value="15"/>
	interasse file <input type="text" value="3.60"/> (m)	interasse allineamenti <input type="text" value="3.60"/> (m)	

**matrice rigidezza palo singolo**

$K_{WP}$	0	0	=	1190948	0	0
0	$K_{uH}$	$K_{uM}$		0	153240	345244
0	$K_{\theta H}$	$K_{\theta M}$		0	345244	1508938

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 96 di 144

### SOLLECITAZIONI MASSIME

	Mxx	Myy	M	Txx	Tyy	T
Mmax	659.8	5342.5	<b>5383.1</b>	2232.2	278.9	<b>2249.5</b>
Tmax	659.8	5342.5	<b>5383.1</b>	2232.2	278.9	<b>2249.5</b>

CONDIZIONE 1										
palo	coordinate		Tx (kN)	Ty (kN)	Mxx (kNm)	Myy (kNm)	T (kN)	M (kNm)	u (mm)	v (mm)
	x (m)	y (m)								
1	-3.60	-7.20	680.2	45.3	131.4	1803.3	<b>681.7</b>	<b>1808.1</b>	6.35	0.36
2	-3.60	-3.60	614.5	43.5	128.2	1692.9	<b>616.1</b>	<b>1697.8</b>	6.35	0.36
3	-3.60	0.00	605.9	43.5	128.2	1677.6	<b>607.5</b>	<b>1682.5</b>	6.35	0.36
4	-3.60	3.60	614.5	45.3	131.4	1692.9	<b>616.2</b>	<b>1698.0</b>	6.35	0.36
5	-3.60	7.20	680.2	58.0	151.4	1803.3	<b>682.7</b>	<b>1809.6</b>	6.35	0.36
6	0.00	-7.20	680.2	41.6	125.1	1803.3	<b>681.5</b>	<b>1807.6</b>	6.35	0.36
7	0.00	-3.60	614.5	39.6	121.6	1692.9	<b>615.8</b>	<b>1697.3</b>	6.35	0.36
8	0.00	0.00	605.9	39.6	121.6	1677.6	<b>607.2</b>	<b>1682.0</b>	6.35	0.36
9	0.00	3.60	614.5	41.6	125.1	1692.9	<b>616.0</b>	<b>1697.5</b>	6.35	0.36
10	0.00	7.20	680.2	55.5	147.6	1803.3	<b>682.4</b>	<b>1809.3</b>	6.35	0.36
11	3.60	-7.20	902.2	45.3	131.4	2153.4	<b>903.4</b>	<b>2157.4</b>	6.35	0.36
12	3.60	-3.60	858.2	43.5	128.2	2086.8	<b>859.3</b>	<b>2090.7</b>	6.35	0.36
13	3.60	0.00	858.2	43.5	128.2	2086.8	<b>859.3</b>	<b>2090.7</b>	6.35	0.36
14	3.60	3.60	858.2	45.3	131.4	2086.8	<b>859.4</b>	<b>2090.9</b>	6.35	0.36
15	3.60	7.20	902.2	58.0	151.4	2153.4	<b>904.1</b>	<b>2158.7</b>	6.35	0.36
16	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
17	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
18	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
19	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
20	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
21	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
22	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
23	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
24	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
25	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
26	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
27	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
28	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
29	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
30	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
31	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
32	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		



APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	98 di 144	

palo	x (m)	y (m)	T <sub>x</sub> (kN)	T <sub>y</sub> (kN)	M <sub>xx</sub> (kNm)	M <sub>yy</sub> (kNm)	T (kN)	M (kNm)	u (mm)	v (mm)
1	-3.60	-7.20	772.1	35.3	103.2	2062.6	<b>772.9</b>	<b>2065.2</b>	7.12	0.28
2	-3.60	-3.60	698.5	33.9	100.8	1938.8	<b>699.3</b>	<b>1941.4</b>	7.12	0.28
3	-3.60	0.00	688.8	33.9	100.8	1921.6	<b>689.6</b>	<b>1924.3</b>	7.12	0.28
4	-3.60	3.60	698.5	35.3	103.2	1938.8	<b>699.4</b>	<b>1941.5</b>	7.12	0.28
5	-3.60	7.20	772.1	45.1	118.5	2062.6	<b>773.4</b>	<b>2066.0</b>	7.12	0.28
6	0.00	-7.20	772.1	32.5	98.4	2062.6	<b>772.8</b>	<b>2065.0</b>	7.12	0.28
7	0.00	-3.60	698.5	30.9	95.7	1938.8	<b>699.2</b>	<b>1941.2</b>	7.12	0.28
8	0.00	0.00	688.8	30.9	95.7	1921.6	<b>689.5</b>	<b>1924.0</b>	7.12	0.28
9	0.00	3.60	698.5	32.5	98.4	1938.8	<b>699.2</b>	<b>1941.3</b>	7.12	0.28
10	0.00	7.20	772.1	43.1	115.6	2062.6	<b>773.3</b>	<b>2065.9</b>	7.12	0.28
11	3.60	-7.20	1021.2	35.3	103.2	2455.4	<b>1021.9</b>	<b>2457.5</b>	7.12	0.28
12	3.60	-3.60	971.9	33.9	100.8	2380.7	<b>972.5</b>	<b>2382.8</b>	7.12	0.28
13	3.60	0.00	971.9	33.9	100.8	2380.7	<b>972.5</b>	<b>2382.8</b>	7.12	0.28
14	3.60	3.60	971.9	35.3	103.2	2380.7	<b>972.5</b>	<b>2382.9</b>	7.12	0.28
15	3.60	7.20	1021.2	45.1	118.5	2455.4	<b>1022.2</b>	<b>2458.2</b>	7.12	0.28
16	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
17	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
18	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
19	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
20	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
21	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
22	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
23	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
24	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
25	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
26	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
27	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
28	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
29	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
30	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
31	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
32	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
33	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
34	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
35	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
36	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		

#### CONDIZIONE 4

palo	coordinate		T <sub>x</sub> (kN)	T <sub>y</sub> (kN)	M <sub>xx</sub> (kNm)	M <sub>yy</sub> (kNm)	T (kN)	M (kNm)	u (mm)	v (mm)
	x (m)	y (m)								
1	-3.60	-7.20	679.6	30.2	99.5	1785.6	<b>680.3</b>	<b>1788.4</b>	6.43	0.18
2	-3.60	-3.60	613.1	29.3	98.0	1673.8	<b>613.8</b>	<b>1676.7</b>	6.43	0.18
3	-3.60	0.00	604.3	29.3	98.0	1658.3	<b>605.0</b>	<b>1661.2</b>	6.43	0.18
4	-3.60	3.60	613.1	30.2	99.5	1673.8	<b>613.8</b>	<b>1676.8</b>	6.43	0.18

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 99 di 144

5	-3.60	7.20	679.6	36.4	109.2	1785.6	<b>680.6</b>	<b>1789.0</b>	6.43	0.18
6	0.00	-7.20	679.6	28.4	96.4	1785.6	<b>680.2</b>	<b>1788.2</b>	6.43	0.18
7	0.00	-3.60	613.1	27.4	94.7	1673.8	<b>613.7</b>	<b>1676.5</b>	6.43	0.18
8	0.00	0.00	604.3	27.4	94.7	1658.3	<b>605.0</b>	<b>1661.0</b>	6.43	0.18
9	0.00	3.60	613.1	28.4	96.4	1673.8	<b>613.8</b>	<b>1676.6</b>	6.43	0.18
10	0.00	7.20	679.6	35.1	107.4	1785.6	<b>680.5</b>	<b>1788.9</b>	6.43	0.18
11	3.60	-7.20	904.5	30.2	99.5	2140.2	<b>905.0</b>	<b>2142.5</b>	6.43	0.18
12	3.60	-3.60	859.9	29.3	98.0	2072.8	<b>860.4</b>	<b>2075.1</b>	6.43	0.18
13	3.60	0.00	859.9	29.3	98.0	2072.8	<b>860.4</b>	<b>2075.1</b>	6.43	0.18
14	3.60	3.60	859.9	30.2	99.5	2072.8	<b>860.4</b>	<b>2075.2</b>	6.43	0.18
15	3.60	7.20	904.5	36.4	109.2	2140.2	<b>905.2</b>	<b>2143.0</b>	6.43	0.18
16	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
17	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
18	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
19	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
20	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
21	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
22	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
23	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
24	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
25	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
26	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
27	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
28	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
29	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
30	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
31	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
32	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
33	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
34	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
35	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
36	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		

### CONDIZIONE 5

palo	coordinate		Tx (kN)	Ty (kN)	Mxx (kNm)	Myy (kNm)	T (kN)	M (kNm)	u (mm)	v (mm)
	x (m)	y (m)								
1	-3.60	-7.20	776.5	33.3	97.2	2063.0	<b>777.2</b>	<b>2065.3</b>	7.22	0.26
2	-3.60	-3.60	701.8	32.0	94.9	1937.4	<b>702.6</b>	<b>1939.7</b>	7.22	0.26
3	-3.60	0.00	692.0	32.0	94.9	1920.0	<b>692.7</b>	<b>1922.3</b>	7.22	0.26
4	-3.60	3.60	701.8	33.3	97.2	1937.4	<b>702.6</b>	<b>1939.8</b>	7.22	0.26
5	-3.60	7.20	776.5	42.5	111.7	2063.0	<b>777.7</b>	<b>2066.0</b>	7.22	0.26
6	0.00	-7.20	776.5	30.6	92.6	2063.0	<b>777.1</b>	<b>2065.1</b>	7.22	0.26
7	0.00	-3.60	701.8	29.2	90.1	1937.4	<b>702.4</b>	<b>1939.5</b>	7.22	0.26
8	0.00	0.00	692.0	29.2	90.1	1920.0	<b>692.6</b>	<b>1922.1</b>	7.22	0.26
9	0.00	3.60	701.8	30.6	92.6	1937.4	<b>702.5</b>	<b>1939.6</b>	7.22	0.26
10	0.00	7.20	776.5	40.7	108.9	2063.0	<b>777.6</b>	<b>2065.9</b>	7.22	0.26

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.			PROGETTO ESECUTIVO						
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	100 di 144	

11	3.60	-7.20	1029.2	33.3	97.2	2461.4	<b>1029.8</b>	<b>2463.3</b>	7.22	0.26
12	3.60	-3.60	979.1	32.0	94.9	2385.6	<b>979.7</b>	<b>2387.5</b>	7.22	0.26
13	3.60	0.00	979.1	32.0	94.9	2385.6	<b>979.7</b>	<b>2387.5</b>	7.22	0.26
14	3.60	3.60	979.1	33.3	97.2	2385.6	<b>979.7</b>	<b>2387.6</b>	7.22	0.26
15	3.60	7.20	1029.2	42.5	111.7	2461.4	<b>1030.1</b>	<b>2463.9</b>	7.22	0.26
16	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
17	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
18	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
19	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
20	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
21	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
22	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
23	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
24	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
25	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
26	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
27	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
28	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
29	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
30	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
31	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
32	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
33	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
34	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
35	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
36	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		

### CONDIZIONE 6

palo	coordinate		Tx (kN)	Ty (kN)	Mxx (kNm)	Myy (kNm)	T (kN)	M (kNm)	u (mm)	v (mm)
	x (m)	y (m)								
1	-3.60	-7.20	702.5	29.2	94.2	1841.4	<b>703.1</b>	<b>1843.8</b>	6.67	0.18
2	-3.60	-3.60	633.5	28.3	92.6	1725.4	<b>634.2</b>	<b>1727.9</b>	6.67	0.18
3	-3.60	0.00	624.4	28.3	92.6	1709.3	<b>625.1</b>	<b>1711.8</b>	6.67	0.18
4	-3.60	3.60	633.5	29.2	94.2	1725.4	<b>634.2</b>	<b>1728.0</b>	6.67	0.18
5	-3.60	7.20	702.5	35.6	104.2	1841.4	<b>703.4</b>	<b>1844.3</b>	6.67	0.18
6	0.00	-7.20	702.5	27.3	91.1	1841.4	<b>703.0</b>	<b>1843.6</b>	6.67	0.18
7	0.00	-3.60	633.5	26.3	89.3	1725.4	<b>634.1</b>	<b>1727.7</b>	6.67	0.18
8	0.00	0.00	624.4	26.3	89.3	1709.3	<b>625.0</b>	<b>1711.7</b>	6.67	0.18
9	0.00	3.60	633.5	27.3	91.1	1725.4	<b>634.1</b>	<b>1727.8</b>	6.67	0.18
10	0.00	7.20	702.5	34.3	102.3	1841.4	<b>703.3</b>	<b>1844.2</b>	6.67	0.18
11	3.60	-7.20	935.8	29.2	94.2	2209.3	<b>936.3</b>	<b>2211.3</b>	6.67	0.18
12	3.60	-3.60	889.6	28.3	92.6	2139.3	<b>890.0</b>	<b>2141.3</b>	6.67	0.18
13	3.60	0.00	889.6	28.3	92.6	2139.3	<b>890.0</b>	<b>2141.3</b>	6.67	0.18
14	3.60	3.60	889.6	29.2	94.2	2139.3	<b>890.1</b>	<b>2141.4</b>	6.67	0.18
15	3.60	7.20	935.8	35.6	104.2	2209.3	<b>936.5</b>	<b>2211.7</b>	6.67	0.18
16	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:						
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>					
<b>PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	101 di 144	

17	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
18	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
19	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
20	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
21	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
22	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
23	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
24	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
25	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
26	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
27	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
28	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
29	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
30	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
31	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
32	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
33	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
34	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
35	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
36	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		

### CONDIZIONE 7

palo	coordinate		Tx (kN)	Ty (kN)	Mxx (kNm)	Myy (kNm)	T (kN)	M (kNm)	u (mm)	v (mm)
	x (m)	y (m)								
1	-3.60	-7.20	1684.7	209.5	550.5	4479.4	<b>1697.6</b>	<b>4513.1</b>	15.65	1.98
2	-3.60	-3.60	1522.8	199.3	533.3	4207.2	<b>1535.8</b>	<b>4240.9</b>	15.65	1.98
3	-3.60	0.00	1501.5	199.3	533.3	4169.5	<b>1514.6</b>	<b>4203.4</b>	15.65	1.98
4	-3.60	3.60	1522.8	209.5	550.5	4207.2	<b>1537.2</b>	<b>4243.1</b>	15.65	1.98
5	-3.60	7.20	1684.7	278.9	659.8	4479.4	<b>1707.6</b>	<b>4527.7</b>	15.65	1.98
6	0.00	-7.20	1684.7	189.0	516.1	4479.4	<b>1695.2</b>	<b>4509.0</b>	15.65	1.98
7	0.00	-3.60	1522.8	178.2	496.9	4207.2	<b>1533.2</b>	<b>4236.4</b>	15.65	1.98
8	0.00	0.00	1501.5	178.2	496.9	4169.5	<b>1512.0</b>	<b>4199.0</b>	15.65	1.98
9	0.00	3.60	1522.8	189.0	516.1	4207.2	<b>1534.5</b>	<b>4238.7</b>	15.65	1.98
10	0.00	7.20	1684.7	265.1	639.1	4479.4	<b>1705.4</b>	<b>4524.7</b>	15.65	1.98
11	3.60	-7.20	2232.2	209.5	550.5	5342.5	<b>2242.0</b>	<b>5370.8</b>	15.65	1.98
12	3.60	-3.60	2123.6	199.3	533.3	5178.4	<b>2133.0</b>	<b>5205.8</b>	15.65	1.98
13	3.60	0.00	2123.6	199.3	533.3	5178.4	<b>2133.0</b>	<b>5205.8</b>	15.65	1.98
14	3.60	3.60	2123.6	209.5	550.5	5178.4	<b>2133.9</b>	<b>5207.6</b>	15.65	1.98
15	3.60	7.20	2232.2	278.9	659.8	5342.5	<b>2249.5</b>	<b>5383.1</b>	15.65	1.98
16	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
17	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
18	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
19	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
20	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
21	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
22	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	102 di 144

23	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
24	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
25	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
26	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
27	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
28	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
29	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
30	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
31	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
32	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
33	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
34	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
35	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
36	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		

### CONDIZIONE 8

palo	coordinate		Tx (kN)	Ty (kN)	Mxx (kNm)	Myy (kNm)	T (kN)	M (kNm)	u (mm)	v (mm)
	x (m)	y (m)								
1	-3.60	-7.20	1684.7	209.5	550.5	4479.4	<b>1697.6</b>	<b>4513.1</b>	15.65	1.98
2	-3.60	-3.60	1522.8	199.3	533.3	4207.2	<b>1535.8</b>	<b>4240.9</b>	15.65	1.98
3	-3.60	0.00	1501.5	199.3	533.3	4169.5	<b>1514.6</b>	<b>4203.4</b>	15.65	1.98
4	-3.60	3.60	1522.8	209.5	550.5	4207.2	<b>1537.2</b>	<b>4243.1</b>	15.65	1.98
5	-3.60	7.20	1684.7	278.9	659.8	4479.4	<b>1707.6</b>	<b>4527.7</b>	15.65	1.98
6	0.00	-7.20	1684.7	189.0	516.1	4479.4	<b>1695.2</b>	<b>4509.0</b>	15.65	1.98
7	0.00	-3.60	1522.8	178.2	496.9	4207.2	<b>1533.2</b>	<b>4236.4</b>	15.65	1.98
8	0.00	0.00	1501.5	178.2	496.9	4169.5	<b>1512.0</b>	<b>4199.0</b>	15.65	1.98
9	0.00	3.60	1522.8	189.0	516.1	4207.2	<b>1534.5</b>	<b>4238.7</b>	15.65	1.98
10	0.00	7.20	1684.7	265.1	639.1	4479.4	<b>1705.4</b>	<b>4524.7</b>	15.65	1.98
11	3.60	-7.20	2232.2	209.5	550.5	5342.5	<b>2242.0</b>	<b>5370.8</b>	15.65	1.98
12	3.60	-3.60	2123.6	199.3	533.3	5178.4	<b>2133.0</b>	<b>5205.8</b>	15.65	1.98
13	3.60	0.00	2123.6	199.3	533.3	5178.4	<b>2133.0</b>	<b>5205.8</b>	15.65	1.98
14	3.60	3.60	2123.6	209.5	550.5	5178.4	<b>2133.9</b>	<b>5207.6</b>	15.65	1.98
15	3.60	7.20	2232.2	278.9	659.8	5342.5	<b>2249.5</b>	<b>5383.1</b>	15.65	1.98
16	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
17	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
18	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
19	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
20	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
21	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
22	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
23	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
24	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
25	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
26	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
27	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
28	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		

APPALTATORE:		<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	103 di 144

29	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
30	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
31	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
32	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
33	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
34	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
35	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
36	0.00	0.00				<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		

### CONDIZIONE 9

palo	coordinate		Tx (kN)	Ty (kN)	Mxx (kNm)	Myy (kNm)	T (kN)	M (kNm)	u (mm)	v (mm)
	x (m)	y (m)								
1	-3.60	-7.20	747.8	696.5	1829.3	2032.7	<b>1021.9</b>	<b>2734.7</b>	6.71	6.59
2	-3.60	-3.60	678.4	662.4	1772.0	1916.1	<b>948.2</b>	<b>2609.8</b>	6.71	6.59
3	-3.60	0.00	669.3	662.4	1772.0	1899.9	<b>941.7</b>	<b>2598.0</b>	6.71	6.59
4	-3.60	3.60	678.4	696.5	1829.3	1916.1	<b>972.3</b>	<b>2649.1</b>	6.71	6.59
5	-3.60	7.20	747.8	927.2	2193.0	2032.7	<b>1191.2</b>	<b>2990.2</b>	6.71	6.59
6	0.00	-7.20	747.8	628.3	1714.6	2032.7	<b>976.7</b>	<b>2659.3</b>	6.71	6.59
7	0.00	-3.60	678.4	592.4	1651.0	1916.1	<b>900.7</b>	<b>2529.3</b>	6.71	6.59
8	0.00	0.00	669.3	592.4	1651.0	1899.9	<b>893.8</b>	<b>2517.1</b>	6.71	6.59
9	0.00	3.60	678.4	628.3	1714.6	1916.1	<b>924.7</b>	<b>2571.3</b>	6.71	6.59
10	0.00	7.20	747.8	881.5	2123.8	2032.7	<b>1156.0</b>	<b>2939.8</b>	6.71	6.59
11	3.60	-7.20	982.4	696.5	1829.3	2402.6	<b>1204.3</b>	<b>3019.7</b>	6.71	6.59
12	3.60	-3.60	935.9	662.4	1772.0	2332.3	<b>1146.6</b>	<b>2929.0</b>	6.71	6.59
13	3.60	0.00	935.9	662.4	1772.0	2332.3	<b>1146.6</b>	<b>2929.0</b>	6.71	6.59
14	3.60	3.60	935.9	696.5	1829.3	2332.3	<b>1166.6</b>	<b>2964.1</b>	6.71	6.59
15	3.60	7.20	982.4	927.2	2193.0	2402.6	<b>1350.9</b>	<b>3252.9</b>	6.71	6.59
16	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
17	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
18	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
19	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
20	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
21	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
22	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
23	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
24	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
25	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
26	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
27	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
28	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
29	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
30	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
31	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
32	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
33	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
34	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	104 di 144

35	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
36	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
<b>CONDIZIONE 10</b>										
palo	coordinate		Tx (kN)	Ty (kN)	Mxx (kNm)	Myy (kNm)	T (kN)	M (kNm)	u (mm)	v (mm)
	x (m)	y (m)								
1	-3.60	-7.20	747.8	696.5	1829.3	2032.7	<b>1021.9</b>	<b>2734.7</b>	6.71	6.59
2	-3.60	-3.60	678.4	662.4	1772.0	1916.1	<b>948.2</b>	<b>2609.8</b>	6.71	6.59
3	-3.60	0.00	669.3	662.4	1772.0	1899.9	<b>941.7</b>	<b>2598.0</b>	6.71	6.59
4	-3.60	3.60	678.4	696.5	1829.3	1916.1	<b>972.3</b>	<b>2649.1</b>	6.71	6.59
5	-3.60	7.20	747.8	927.2	2193.0	2032.7	<b>1191.2</b>	<b>2990.2</b>	6.71	6.59
6	0.00	-7.20	747.8	628.3	1714.6	2032.7	<b>976.7</b>	<b>2659.3</b>	6.71	6.59
7	0.00	-3.60	678.4	592.4	1651.0	1916.1	<b>900.7</b>	<b>2529.3</b>	6.71	6.59
8	0.00	0.00	669.3	592.4	1651.0	1899.9	<b>893.8</b>	<b>2517.1</b>	6.71	6.59
9	0.00	3.60	678.4	628.3	1714.6	1916.1	<b>924.7</b>	<b>2571.3</b>	6.71	6.59
10	0.00	7.20	747.8	881.5	2123.8	2032.7	<b>1156.0</b>	<b>2939.8</b>	6.71	6.59
11	3.60	-7.20	982.4	696.5	1829.3	2402.6	<b>1204.3</b>	<b>3019.7</b>	6.71	6.59
12	3.60	-3.60	935.9	662.4	1772.0	2332.3	<b>1146.6</b>	<b>2929.0</b>	6.71	6.59
13	3.60	0.00	935.9	662.4	1772.0	2332.3	<b>1146.6</b>	<b>2929.0</b>	6.71	6.59
14	3.60	3.60	935.9	696.5	1829.3	2332.3	<b>1166.6</b>	<b>2964.1</b>	6.71	6.59
15	3.60	7.20	982.4	927.2	2193.0	2402.6	<b>1350.9</b>	<b>3252.9</b>	6.71	6.59
16	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
17	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
18	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
19	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
20	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
21	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
22	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
23	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
24	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
25	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
26	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
27	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
28	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
29	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
30	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
31	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
32	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
33	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
34	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
35	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		
36	0.00	0.00					<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.18.0.0.001</td> <td>B</td> <td>105 di 144</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	105 di 144
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	105 di 144								

Il taglio massimo è pari a 2250 kN, rispetto a 1791 di medio ed il momento massimo pari a 5383 kNm.

Si aggiornano a tal proposito le verifiche di resistenza.

**Titolo :** \_\_\_\_\_

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno:  [cm]  
Raggio interno:  [cm]  
N° barre uguali:   
Diametro barre:  [cm]  
Coprifero (baric.):  [cm]

N° barre:  Zoom

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

**Sollecitazioni**  
S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>:  kN  
M<sub>xEd</sub>:  kNm  
M<sub>yEd</sub>:

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

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub>:  kN m

**Materiali**

B450C	C25/30
$\epsilon_{su}$ : <input type="text" value="67.5"/> ‰	$\epsilon_{c2}$ : <input type="text" value="2"/> ‰
$f_{yd}$ : <input type="text" value="391.3"/> N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ : <input type="text" value="3.5"/> ‰
$E_s$ : <input type="text" value="200 000"/> N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ : <input type="text" value="14.17"/> ‰
$E_s/E_c$ : <input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$ : <input type="text" value="0.8"/> ?
$\epsilon_{syd}$ : <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ : <input type="text" value="9.75"/>
$\sigma_{s,adm}$ : <input type="text" value="255"/> N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ : <input type="text" value="0.6"/>
	$\tau_{c1}$ : <input type="text" value="1.829"/>

$\sigma_c$ :  N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$ :  N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$ :  ‰  
 $\epsilon_s$ :  ‰  
d:  cm  
x:  x/d:   
 $\delta$ :

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

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

Vertici:  N° rett.:

Calcola MRd  Dominio M-N

L<sub>0</sub>:  cm Col. modello

Precompresso

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 106 di 144

### Verifica a taglio

diametro palo	$\emptyset$	[mm]	1200
area cerchio	$A_{\emptyset}$	[mm <sup>2</sup> ]	1130973
base equivalente al rettangolo	$b_w$	[mm]	1080
altezza utile equivalente al rettangolo	$d$	[mm]	834
area rettangolo equivalente	$A_R$	[mm <sup>2</sup> ]	901152
classe del calcestruzzo	$R_{ck}$	[MPa]	30
resistenza a compressione ridotta	$f'_{cd}$	[MPa]	8.3
resistenza a trazione di progetto	$f_{yd}$	[MPa]	391

### taglio compressione

forza assiale di progetto	$N_{ed}$	[kN]	4190
tensione media di compressione	$\sigma_{cp}$	[MPa]	3.7
coefficiente maggiorativo per membrature compresse	$\alpha_c$		1.22
resistenza di calcolo a "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	[kN]	<b>4117</b>

### taglio trazione

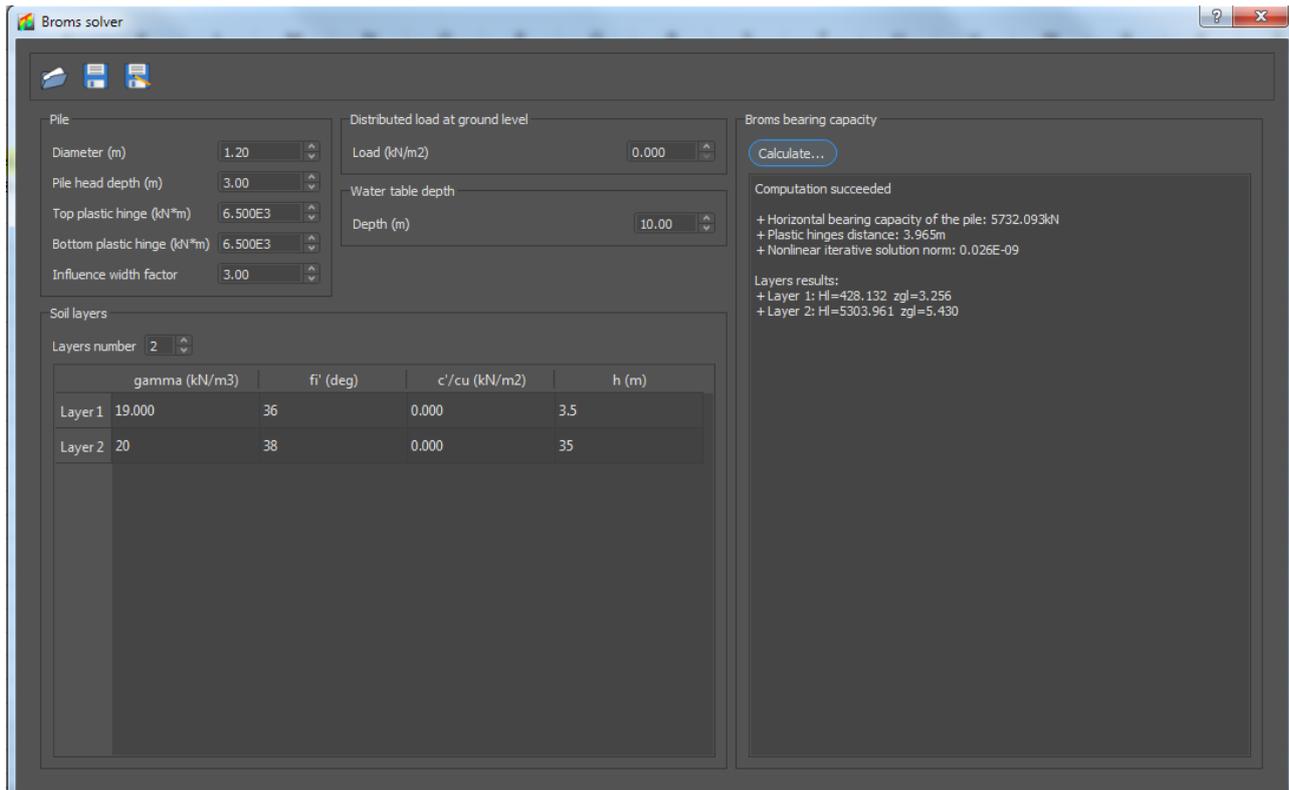
inclinazione puntone	$\theta$	[deg]	45	
		[rad]	0.79	
inclinazione staffe	$\alpha$	[deg]	90	
		[rad]	1.57	
diametro barre staffe	$\emptyset$	[mm]	16	24
numero bracci	$n$		2	2
area staffa	$A_{SW}$	[mm <sup>2</sup> ]	402.1	904.8
passo	$s$	[mm]	100	200
resistenza di calcolo a "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	[kN]	<b>1182</b>	<b>1329</b>

resistenza a taglio	$V_{Rd}$	[kN]	<b>2511</b>
taglio sollecitante	$V_{Ed}$	[kN]	<b>2249</b>

verifica

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.18.0.0.001</td> <td>B</td> <td>107 di 144</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	107 di 144
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	107 di 144								

Il calcolo della resistenza alla Broms, tenendo conto della presenza del sovraccarico, conduce al seguente valore caratteristico:



Hcar= 5732 kN

Hrd= 5732 / 1.3 / 1.7= 2594 kN > Ved

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL VI.18.0.0.001 B 108 di 144

### 10.5.5 Verifica strutturale zattera

<b>Sollecitazioni intradosso zattera</b>		COMBO	SLU 3		
sforzamento normale	$N$	[kN]	44403		
momento flettente massimo	$M_T$	[kNm]	47818		
aggetto valle muro	$A_v$	[m]	2.5		
aggetto monte muro	$A_m$	[m]	5.4		
coeff. parziale peso zattera e rinterro	$\gamma$		1.35		
peso rinterro	$p_r$	[kN/m]	1514		
peso zattera	$p_z$	[kN/m]	840		
<b>Sollecitazioni sezione A</b>					
	$x_{Li}$	$N_i$	$b_A$	$V_A$	$M_A$
	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[kNm]
fila 1	-3.6	8160	4.2	8160	34270
fila 2	0.0	14801	0.6	14801	8881
fila 3	3.6	21442	0	0	0
fila 4	0.0	0	0	0	0
fila 5	0.0	0	0	0	0
fila 6	0.0	0	0	0	0
fila 7	0.0	0	0	0	0
peso rinterro		-11039	2.7	-11039	-29804
peso zattera		-6124	2.7	-6124	-16534
<b>totale</b>				<b>5798</b>	<b>-3187</b>
<b>Sollecitazioni sezione B</b>					
	$x_{Li}$	$N_i$	$b_B$	$V_B$	$M_B$
	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[kNm]
fila 1	-3.6	8160	0	0	0
fila 2	0.0	14801	0	0	0
fila 3	3.6	21442	1.3	21442	27875
fila 4	0.0	0	0	0	0
fila 5	0.0	0	0	0	0
fila 6	0.0	0	0	0	0
fila 7	0.0	0	0	0	0
peso zattera		-2835	1.25	-2835	-3544
<b>totale</b>				<b>18607</b>	<b>24331</b>

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B 109 di 144

<b>Sollecitazioni intradosso zattera</b>		COMBO	SLV 2		
sforzo normale massimo	<b>N</b>	[kN]	<b>27301</b>		
momento flettente	<b>M<sub>T</sub></b>	[kNm]	<b>98653</b>		
aggetto valle muro	$A_v$	[m]	2.5		
aggetto monte muro	$A_m$	[m]	5.4		
coeff. parziale peso zattera e rinterro			1.00		
peso rinterro	$p_r$	[kN/m]	1514		
peso zattera	$p_z$	[kN/m]	840		
<b>Sollecitazioni sezione A</b>					
	$x_{Li}$	$N_i$	$b_A$	$V_A$	$M_A$
	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[kNm]
fila 1	-3.6	-4602	4.2	-4602	-19326
fila 2	0.0	9100	0.6	9100	5460
fila 3	3.6	22802	0	0	0
fila 4	0.0	0	0	0	0
fila 5	0.0	0	0	0	0
fila 6	0.0	0	0	0	0
fila 7	0.0	0	0	0	0
peso rinterro	0.0	-8177	2.7	-8177	-22077
peso zattera	0	-4536	2.7	-4536	-12247
<b>totale</b>				<b>-8214</b>	<b>-48190</b>
<b>Sollecitazioni sezione B</b>					
	$x_{Li}$	$N_i$	$b_B$	$V_B$	$M_B$
	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[kNm]
fila 1	-3.6	-4602	0	0	0
fila 2	0.0	9100	0	0	0
fila 3	3.6	22802	1.3	22802	29643
fila 4	0.0	0	0	0	0
fila 5	0.0	0	0	0	0
fila 6	0.0	0	0	0	0
fila 7	0.0	0	0	0	0
peso zattera		-2100	1.25	-2100	-2625
<b>totale</b>				<b>20702</b>	<b>27018</b>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 110 di 144

## Verifica a flessione

### grandezze di progetto

#### calcestruzzo

resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	[MPa]	16.5
deformazione ultima per compressione	$\epsilon_{cu}$		0.0035

#### acciaio

tensione caratteristica di snervamento	$f_{yd}$	[MPa]	391
deformazione allo sverramento	$\epsilon_{sy}$		0.0019

### geometria sezione

larghezza sezione	$bTz$	[m]	16.8
altezza sezione	$hz$	[m]	2.0

### armatura superiore

#### strato 1

diámetro armatura	$\phi$	[mm]	26
interasse barre	$i\phi$	[mm]	100
numero barre	$n\phi$		167
copriferro di calcolo strato 1	$c'_1$	[mm]	53
area armatura superiore strato 1	$A'_{s1}$	[mm <sup>2</sup> ]	88665

#### strato 2

diámetro armatura	$\phi$	[mm]	200
interasse barre	$i\phi$	[mm]	84
numero barre	$n\phi$		84
copriferro di calcolo strato 2	$c'_2$	[mm]	53
area armatura superiore strato 2	$A'_{s2}$	[mm <sup>2</sup> ]	0
area armatura superiore	$A'_s$	[mm <sup>2</sup> ]	88665
rapporto geometrico di armatura	$\rho'_s$		0.26%

### armatura inferiore

#### strato 1

diámetro armatura	$\phi$	[mm]	26
interasse barre	$i\phi$	[mm]	100
numero barre	$n\phi$		167
copriferro di calcolo strato 1	$c_1$	[mm]	53
area armatura inferiore strato 1	$A_{s1}$	[mm <sup>2</sup> ]	88665

#### strato 2

diámetro armatura	$\phi$	[mm]	200
interasse barre	$i\phi$	[mm]	84
numero barre	$n\phi$		84
copriferro di calcolo strato 2	$c_2$	[mm]	53
area armatura inferiore strato 2	$A_{s2}$	[mm <sup>2</sup> ]	0
area armatura inferiore	$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	88665

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	111 di 144

rapporto geometrico di armatura	$\rho_s$		0.26%
altezza utile	d	[mm]	1947
copriferro superiore di calcolo	d'	[mm]	53
parametro stress-block	$\lambda$		0.8
distanza estradosso sezione-asse neutro	$y_n$	[mm]	314
posizione asse neutro rottura bilanciata	$y_{Bn}$	[mm]	1262
			<b>Rottura duttile</b>
momento resistente	$M_{Rd}$	[kNm]	<b>65713</b>
momento sollecitante	$M_{Ed}$	[kNm]	<b>48190</b>

**verifica**

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 112 di 144

## Verifica a taglio

### Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

larghezza sezione	$b_w$	[mm]	16800
altezza sezione	$h$	[mm]	2000
altezza utile sezione	$d$	[mm]	1947
armatura longitudinale	$A_{sl}$	[mm <sup>2</sup> ]	88665
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_l$		0.003
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	[MPa]	0
resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	[MPa]	29
resistenza a taglio	$V_{Rd}$	[kN]	<b>10312</b>
sforzo di taglio massimo	$V_{Ed}$	[kN]	<b>20702</b>

**non verificato**

### Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

larghezza sezione	$b_w$	[mm]	16800
altezza sezione	$h$	[mm]	2000
altezza utile sezione	$d$	[mm]	1947
numero armature trasversali	$n^\circ \emptyset$		56
diametro armature trasversali	$\emptyset$	[mm]	20
interasse armature trasversali	$s$	[mm]	400
area dell'armatura trasversale	$A_{sw}$	[mm <sup>2</sup> ]	17593
resistenza di progetto	$f_{yd}$	[MPa]	391
resistenza a compressione del cls	$f_{cd}$	[MPa]	16.5
angolo di inclinazione armatura trasversale rispetto asse trave	$\alpha$	[DEG]	90
	$\cot \theta$		1.0
angolo di inclinazione puntone compresso rispetto asse trave	$\theta$	[DEG]	45
tensione di compressione calcestruzzo	$\sigma_{cp}$	[MPa]	0.00
coefficiente maggiorativo in elementi compressi	$\alpha_c$		1.00
resistenza a taglio trazione	$V_{Rsd}$	[kN]	30158
resistenza a compressione del cls ridotta	$f_{cd}'$	[MPa]	8.2
resistenza a taglio compressione	$V_{Rcd}$	[kN]	121152
resistenza a taglio	$V_{Rd}$	[kN]	<b>30158</b>
sforzo di taglio massimo	$V_{Ed}$	[kN]	<b>20702</b>

**verificato**

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.18.0.0.001</td> <td>B</td> <td>113 di 144</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	113 di 144
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	113 di 144								

Calcolo chiodatura per punzonamento - C:\Users\Giuseppe.Capogna\Desktop\Vi17 fissa.CSE

**PILASTRO:**  
 Rettangolare  
 Circolare

**Posizione:**  
 Centrale  
 Di bordo  
 D'angolo

**Dati soletta:**

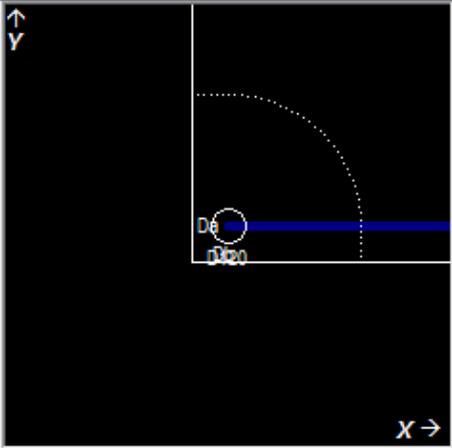
H (cm)	200
d <sub>eff</sub> (cm)	190
a (cm)	120
b (cm)	120
rox (%)	0.4
roy (%)	0.4
ro eff. (%)	0.4
Db_a	60
Db_b	60

**Sollecitazioni:**  
 T.A.     S.L.U.

q <sub>c</sub> (kg/mq)	4655.2
N <sub>c</sub> (kg)	-344275.
M <sub>xc</sub> (kgm)	325103.4
M <sub>yc</sub> (kgm)	0
γ <sub>q</sub>	1.45
q <sub>d</sub> (kg/mq)	6750
N <sub>d</sub> (kg)	-499200
M <sub>xd</sub> (kgm)	471400
M <sub>yd</sub> (kgm)	0

**Materiali:**

R <sub>ck</sub>	350
γ <sub>c</sub>	1.5
ν <sub>u</sub>	0.53028
f <sub>yk</sub>	4500
γ <sub>f</sub>	1.15
f <sub>ywd,eff</sub>	3913

**Foro**    +  
-  


**VERIFICHE (V<sub>eff</sub> = 669310 kg):**

**Senza armature a taglio:**  
(v<sub>min</sub> = 2.874 kg/cmq)  
τ<sub>rdc</sub> = 3.599 kg/cmq  
V<sub>rd,c</sub> = 636666 kg (> V<sub>eff</sub>: OK)  
V<sub>eff</sub> = 485674 kg

β<sub>u0</sub> = 1.34077  
τ<sub>r,max</sub> = 51.349 kg/cmq  
V<sub>rd,max</sub> = 1990878 kg (> V<sub>eff</sub>: OK)

**Verifica sul primo perim.**

K	1.324
u <sub>0</sub>	204.061
u <sub>1</sub>	931.15
Rid. foro	0
A <sub>q</sub>	272053.0
W <sub>1x</sub>	144210.9
W <sub>1y</sub>	144210.9
β <sub>x</sub>	0.17264
β <sub>y</sub>	0.16812
β <sub>tot.</sub>	1.34077

OK    Help    Aggiorna    Stampa    Salva    Carica    info    Annulla

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 114 di 144

## STATO LIMITE DI ESERCIZIO

### Sollecitazioni intradosso zattera

			FREQ 1
sfuerzo normale	<b>N</b>	[kN]	<b>30499</b>
momento flettente massimo	<b>M<sub>T</sub></b>	[kNm]	<b>22042</b>

coeff. parziale peso zattera e rinterro	$\gamma$	<b>1.0</b>
---	----------	------------

### Sollecitazioni sezione A

	<b>x<sub>Li</sub></b> [m]	<b>N<sub>i</sub></b> [kN]	<b>b<sub>A</sub></b> [m]	<b>V<sub>A</sub></b> [kN]	<b>M<sub>A</sub></b> [kNm]
fila 1	-3.6	7105	4.2	7105	29841
fila 2	0.0	10166	0.6	10166	6100
fila 3	3.6	13228	0	0	0
fila 4	0.0	0	0	0	0
fila 5	0.0	0	0	0	0
fila 6	0.0	0	0	0	0
fila 7	0.0	0	0	0	0
peso rinterro		-8177	2.7	-8177	-22077
peso zattera		-4536	2.7	-4536	-12247
<b>totale</b>				<b>4559</b>	<b>1617</b>

### Sollecitazioni sezione B

	<b>x<sub>Li</sub></b> [m]	<b>N<sub>i</sub></b> [kN]	<b>b<sub>B</sub></b> [m]	<b>V<sub>B</sub></b> [kN]	<b>M<sub>B</sub></b> [kNm]
fila 1	-3.6	7105	0	0	0
fila 2	0.0	10166	0	0	0
fila 3	3.6	13228	1.3	13228	17196
fila 4	0.0	0	0	0	0
fila 5	0.0	0	0	0	0
fila 6	0.0	0	0	0	0
fila 7	0.0	0	0	0	0
peso zattera		-2100	1.25	-2100	-2625
<b>totale</b>				<b>11128</b>	<b>14571</b>

### Verifica a fessurazione senza calcolo diretto

#### grandezze di progetto

valore di calcolo di apertura delle fessure	$w_d$	[mm]	<b>0.2</b>
diametro armatura longitudinale	$\phi$	[mm]	<b>26</b>
interasse barre	$i\phi$	[mm]	<b>167</b>

#### tabelle C4.1.II e III della Circ. alle NTC08

limite di tensione dell'acciaio	$\sigma_s$	[MPa]	<b>160</b>
---------------------------------	------------	-------	------------

#### sollecitazioni massime

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 115 di 144

sfuerzo normale minimo	$N_{MIN}$	[kN]	0
momento flettente massimo	$M_{MAX}$	[kNm]	14571

### geometria sezione

larghezza sezione	BLz	[m]	16.8
altezza sezione	hz	[m]	2.0

### armatura tesa

#### strato 1

diametro armatura	$\phi$	[mm]	26
interasse barre	$i\phi$	[mm]	100
numero barre	$n\phi$		167
copriferro di calcolo strato 1	$c'_1$	[mm]	53
area armatura superiore strato 1	$A'_{s1}$	[mm <sup>2</sup> ]	88665

#### strato 2

diametro armatura	$\phi$	[mm]	0
interasse barre	$i\phi$	[mm]	200
numero barre	$n\phi$		84
copriferro di calcolo strato 2	$c'_2$	[mm]	53
area armatura superiore strato 2	$A'_{s2}$	[mm <sup>2</sup> ]	0
area armatura superiore	$A'_s$	[mm <sup>2</sup> ]	88665
rapporto geometrico di armatura	$\rho'_s$		0.26%

### armatura compressa

#### strato 1

diametro armatura	$\phi$	[mm]	26
interasse barre	$i\phi$	[mm]	100
numero barre	$n\phi$		167
copriferro di calcolo strato 1	$c_1$	[mm]	53
area armatura inferiore strato 1	$A_{s1}$	[mm <sup>2</sup> ]	88665

#### strato 2

diametro armatura	$\phi$	[mm]	0
interasse barre	$i\phi$	[mm]	200
numero barre	$n\phi$		84
copriferro di calcolo strato 2	$c_2$	[mm]	53
area armatura inferiore strato 2	$A_{s2}$	[mm <sup>2</sup> ]	0
area armatura inferiore	$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	88665
rapporto geometrico di armatura	$\rho_s$		0.26%

coefficiente di omogeneizzazione	n		15
distanza estradosso sezione-asse neutro	$y_n$	[mm]	426
momento di inerzia sezione ideale	$J_{id}$	[mm <sup>4</sup> ]	3.695E+12

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>PONTI E VIADOTTI</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.18.0.0.001</td> <td>B</td> <td>116 di 144</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	116 di 144
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	116 di 144								

modulo di resistenza sezione ideale	$W_{id}$	[mm <sup>3</sup> ]	2.430E+09
-------------------------------------	----------	--------------------	-----------

tensione massima acciaio	$\sigma_s$	[MPa]	<b>90</b>
--------------------------	------------	-------	-----------

**verifica**

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 117 di 144

## 11. ANALISI E VERIFICA SPALLA MOBILE

Per le verifiche strutturali degli elementi della spalla mobile si rimanda a quanto già esposto a riguardo per il caso della spalla fissa, in quanto, a parità di sezioni resistenti degli elementi, quest'ultima risulta interessata da sollecitazioni maggiormente gravose. Si procede pertanto unicamente con la valutazione delle sollecitazioni in fondazione per le varie combinazioni di carico, ai fini del dimensionamento geotecnico dei pali.

### 11.1 PALI DI FONDAZIONE

Si riportano di seguito gli scarichi a quota testa pali, riferiti al baricentro del plinto, e gli sforzi massimi e minimi agenti sui pali della spalla mobile.

#### STATO LIMITE ULTIMO

##### Sollecitazioni intradosso zattera

COMBINAZIONE	N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
SLU 1	44403	9322	689	8782	28991
SLU 2	47136	8238	530	12654	8423
SLU 3	44403	9322	537	7259	28991
SLU 4	41669	9322	457	11929	24617
SLU 5	43217	9976	507	6769	29940
SLU 6	41030	9976	443	10505	26441
SLV 1	30425	21382	3192	12075	64296
SLV 2	27301	21382	3192	12075	64296
SLV 3	21082	10150	10613	39673	44991
SLV 4	17958	10150	10613	39673	44991

##### Sollecitazioni palo

COMBINAZIONE	N <sub>MAX</sub> [kN]	N <sub>MIN</sub> [kN]	V [kN]	M [kNm]
SLU 1	3928	1992	623	1641

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PONTI E VIADOTTI</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>VI.18.0.0.001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>118 di 144</b>

SLU 2	3611	2674	550	1449
SLU 3	3900	2020	622	1639
SLU 4	3683	1873	622	1638
SLU 5	3838	1924	666	1753
SLU 6	3664	1806	666	1753
SLV 1	4038	19	1441	3795
SLV 2	3830	-190	1441	3795
SLV 3	3390	-579	979	2578
SLV 4	3182	-787	979	2578

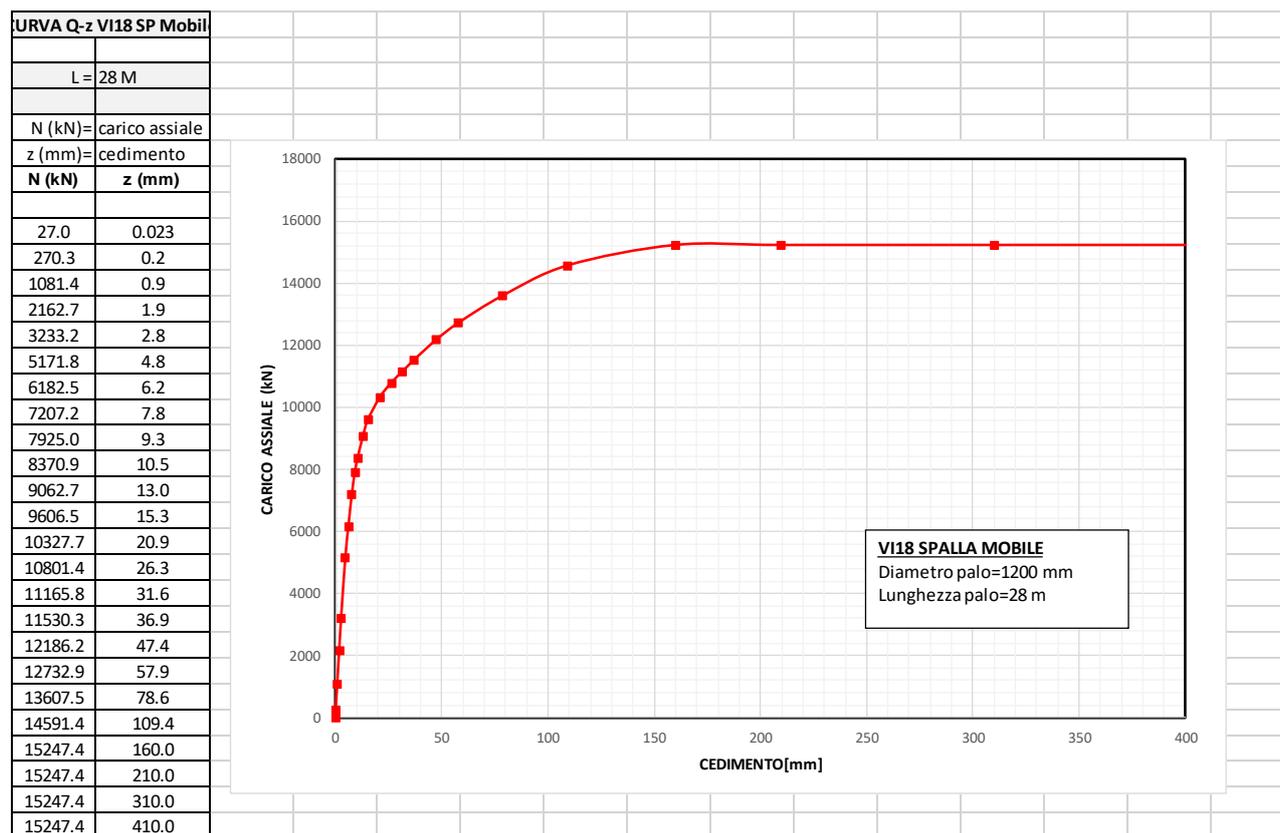
APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 119 di 144

### 11.1.1 Verifiche Geotecniche di capacità portante per carichi verticali

Confrontando il massimo sforzo di compressione agente nei pali con i valori riportate nelle curve di capacità portante dei pali (riportate all'interno della relazione geotecnica generale del Sub lotto dove ricade l'opera in esame), si è scelto di utilizzare dei pali aventi lunghezza pari a **28 m**.

Circa i cedimenti la valutazione della curva carico-cedimento del palo è stata effettuata con il metodo delle curve di trasferimento ( $\tau$ -s e q-s).

I cedimenti assumono valori ammissibili.



### 11.1.2 Verifiche Geotecniche di capacità portante per carichi orizzontali

Si rimanda alla spalla fissa.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 120 di 144

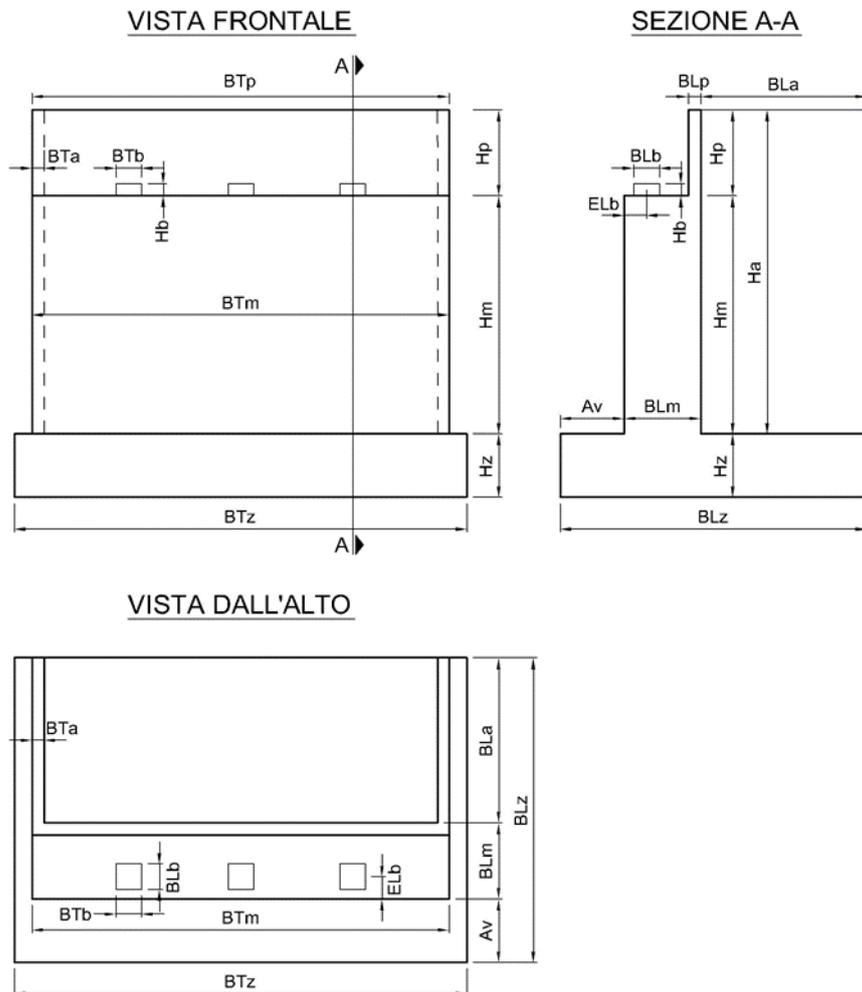
## 12. ANALISI E VERIFICA MURO SU PALI

### 12.1.1 Azioni di calcolo

aggetto valle muro

$A_v$  [m]

1.35



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 121 di 144

## ANALISI DEI CARICHI E DELLE SOLLECITAZIONI

### AZIONI VERTICALI PROVENIENTI DALLA SPALLA

#### **Peso proprio spalla** **Paraghiaia**

spessore	$b_{Lp}$	[m]	0.70
altezza	$h_p$	[m]	2.95
lunghezza	$b_{Tp}$	[m]	16.00
peso	$W_p$	[kN]	<b>826</b>
eccentricità muro	$e_{Lm}$	[m]	-0.40
momento muro frontale	$M_{Tm}$	[kNm]	<b>-330</b>
eccentricità fondazione	$e_{Lz}$	[m]	1.25
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$	[kNm]	<b>1033</b>

#### **Muro frontale**

spessore	$b_{Lm}$	[m]	1.50
altezza	$h_m$	[m]	4.00
lunghezza	$b_{Tm}$	[m]	16.00
peso	$W_m$	[kN]	<b>2400</b>
eccentricità fondazione	$e_{Lz}$	[m]	1.65
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$	[kNm]	<b>3960</b>
altezza totale	$H_{tot}$	[m]	8.45

#### **Zattera di fondazione**

spessore	$h_z$	[m]	1.50
larghezza	$b_{Lz}$	[m]	7.50
lunghezza	$b_{Tz}$	[m]	16.00
peso	$W_f$	[kN]	<b>4500</b>

#### **Terreno di rinterro**

peso specifico	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.0
larghezza	$b_{Lr}$	[m]	4.65
lunghezza	$b_{Tr}$	[m]	16.00
altezza	$h_r$	[m]	6.95
peso	$W_r$	[kN]	<b>10342</b>
eccentricità fondazione	$e_{Lz}$	[m]	-1.43
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$	[kNm]	<b>-14737</b>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 122 di 144

### ***Sovraccarichi permanenti portati***

peso specifico ballast	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.0
altezza ballast	hb	[m]	0.8
peso armamento	spp	[kN/m <sup>2</sup> ]	16.00
larghezza	b <sub>L</sub>	[m]	4.65
lunghezza	b <sub>T</sub>	[m]	16.00
peso	W	[kN]	1190
eccentricità fondazione	e <sub>Lz</sub>	[m]	-1.43
momento intradosso zattera	M <sub>Tz</sub>	[kNm]	-1696

### ***Sovraccarichi variabili sulla spalla***

peso carichi variabili		[kN/m <sup>2</sup> ]	50
larghezza	b <sub>L</sub>	[m]	4.65
lunghezza	b <sub>T</sub>	[m]	16.00
peso	W	[kN]	3720
eccentricità fondazione	e <sub>Lz</sub>	[m]	-1.43
momento intradosso zattera	M <sub>Tz</sub>	[kNm]	-5301

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 123 di 144

## AZIONI ORIZZONTALI PROVENIENTI DALLA SPALLA

### *Spinta del cuneo di terreno*

parametri geotecnici	M1		
coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_{\phi'}$		1.00
angolo di attrito del terreno - valore caratteristico	$\phi'_k$	[deg]	38
angolo di attrito del terreno - valore di progetto	$\phi'_d$	[deg]	38
angolo di attrito terreno-parete	$\delta$	[deg]	0.0
coefficiente di spinta in quiete	K0		0.3843
componente orizzontale del coefficiente di spinta	K0h		0.3843
altezza di terreno non spingente	h	[m]	0
spinta terreno su muro	$S_m$	[kN]	2970
eccentricità muro	$e_{Vm}$	[m]	2.32
momento muro frontale	$M_{Tm}$	[kNm]	6881
spinta terreno su muro+fondazione	$S_z$	[kN]	4391
eccentricità fondazione	$e_{Vz}$	[m]	2.82
forza di attrito terreno su muro+fondazione	$N_z$	[kN]	0
eccentricità fondazione	$e_{Tz}$	[m]	-3.8
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$	[kNm]	12367

### *Sovraccarichi permanenti portati*

carico uniforme	q	[kN/m <sup>2</sup> ]	16.0
spinta terreno su muro	$S_m$	[kN]	684
eccentricità muro	$e_{Vm}$	[m]	3.5
momento muro frontale	$M_{Tm}$	[kNm]	2376
spinta terreno su muro+fondazione	$S_z$	[kN]	831
eccentricità fondazione	$e_{Vz}$	[m]	4.2
forza di attrito terreno su muro+fondazione	$N_z$	[kN]	0
eccentricità fondazione	$e_{Tz}$	[m]	-3.8
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$	[kNm]	3513

### *Sovraccarichi variabili sulla spalla*

carico uniforme	q	[kN/m <sup>2</sup> ]	50
spinta terreno su muro	$S_m$	[kN]	2137
eccentricità muro	$e_{Vm}$	[m]	3.5
momento muro frontale	$M_{Tm}$	[kNm]	7426
spinta terreno su muro+fondazione	$S_z$	[kN]	2598

APPALTATORE:	 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>			
PROGETTAZIONE:			<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
Mandatario:	Mandante:					
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>				
<b>PONTI E VIADOTTI</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	<b>IF2R</b>	<b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI.18.0.0.001</b>	<b>B</b>	<b>124 di 144</b>

eccentricità fondazione	$e_{Vz}$	[m]	4.2
forza di attrito terreno su muro+fondazione	$N_z$	[kN]	0
eccentricità fondazione	$e_{Tz}$	[m]	-3.8
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$	[kNm]	10977

### ***Vento trasversale***

pressione del vento	$q_w$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.50
altezza superficie investita	$h_w$	[m]	12.00
lunghezza totale impalcato	L	[m]	16
coefficiente di influenza orizzontale	$\alpha_h$		1
azione trasversale del vento	$V_T$	[kN]	480
eccentricità muro	$e_{Vm}$	[m]	10.5
momento muro frontale	$M_{Lm}$	[kN]	5040
eccentricità fondazione	$e_{Vz}$	[m]	12.0
momento intradosso zattera	$M_{Lz}$	[kN]	5760

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 125 di 144

## AZIONI SISMICHE

### Valutazione dell'azione sismica

accelerazione orizzontale massima al sito	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	3.600
coefficiente di amplificazione spettrale massima	$F_0$		2.346
periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale	$T_{c^*}$	[s]	0.395

### CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI STRATIGRAFICHE

#### Categoria di sottosuolo

			<b>B</b>
coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_s$		1.06
coefficiente di sottosuolo	$C_c$		1.32

#### Categoria topografica

			<b>T1</b>
coefficiente di amplificazione topografica	$S_T$		1.00
$S_s \times S_T$	$S$		1.056
coefficiente di smorzamento viscoso	$\xi$		5%
$\sqrt{(10/(5+\xi))}$	$\eta$		1.00

### SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE

#### Componenti orizzontali

periodo di inizio tratto a $v = \text{cost}$	$T_c$	s	0.52
periodo di inizio tratto ad $a = \text{cost}$	$T_B$	s	0.17
periodo di inizio tratto a $s = \text{cost}$	$T_D$	s	3.07

#### Componenti verticali

coefficiente di amplificazione spettrale massima	$F_v$		1.92
periodo di inizio tratto a $v = \text{cost}$	$T_c$	s	0.15
periodo di inizio tratto ad $a = \text{cost}$	$T_B$	s	0.05
periodo di inizio tratto a $s = \text{cost}$	$T_D$	s	1.00

### PARAMETRI DI ANALISI

accelerazione orizzontale massima al sito	$a_{max}$	[m/s <sup>2</sup> ]	3.800
fattore di struttura	$q$		1
coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	$\beta_m$		1.00
coefficiente sismico orizzontale	$k_h = \beta_m \times a_{max} / g$		0.387
coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm k_h / 2$		0.194

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 126 di 144

### **Paraghiaia**

peso	$W_p$	[kN]	826
forza sismica	$F_L = F_T$	[kN]	<b>320</b>
eccentricità muro	$e_{vm}$	[m]	5.5
momento muro frontale	$M_{Tm} = M_{Lm}$	[kN]	<b>1752</b>
eccentricità fondazione	$e_{vz}$	[m]	7.0
momento intradosso zattera	$M_{Tz} = M_{Lz}$	[kN]	<b>2232</b>

### **Muro frontale**

peso	$W_p$	[kN]	2400
forza sismica	$F_L = F_T$	[kN]	<b>930</b>
eccentricità muro	$e_{vm}$	[m]	2.0
momento muro frontale	$M_{Tm} = M_{Lm}$	[kN]	<b>1860</b>
eccentricità fondazione	$e_{vz}$	[m]	3.5
momento intradosso zattera	$M_{Tz} = M_{Lz}$	[kN]	<b>3254</b>

### **Muri andatori**

peso	$W_p$	[kN]	0
forza sismica	$F_L = F_T$	[kN]	<b>0</b>
eccentricità muro	$e_{vm}$	[m]	2.0
momento muro frontale	$M_{Tm} = M_{Lm}$	[kN]	<b>0</b>
eccentricità fondazione	$e_{vz}$	[m]	3.5
momento intradosso zattera	$M_{Tz} = M_{Lz}$	[kN]	<b>0</b>

### **Zattera di fondazione**

peso	$W_p$	[kN]	4500
forza sismica	$F_L = F_T$	[kN]	<b>1743</b>
eccentricità fondazione	$e_{vz}$	[m]	0.8
momento intradosso zattera	$M_{Tz} = M_{Lz}$	[kN]	<b>1308</b>

### **Terreno di rinterro**

peso	$W_p$	[kN]	10342
forza sismica	$F_L = F_T$	[kN]	<b>4006</b>
eccentricità muro	$e_{vm}$	[m]	3.5
momento muro frontale	$M_{Tm} = M_{Lm}$	[kN]	<b>13922</b>
eccentricità fondazione	$e_{vz}$	[m]	4.2
momento intradosso zattera	$M_{Tz} = M_{Lz}$	[kN]	<b>16927</b>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 127 di 144

### *Cuneo di terreno*

			<b>1+kv</b>	<b>1-kv</b>
			1.19	0.81
metodo di analisi		Mononobe-Okabe		
angolo di attrito del terreno	$\varphi'_k$	[deg]	38	38
angolo di attrito terreno-parete	$\delta$	[deg]	0	0
angolo sismico	$\theta$	[deg]	17.98	25.66
coefficiente di spinta attiva	$K_a$		0.4511	0.6150
componente orizzontale del coefficiente di spinta	$K_{ah}$		0.4511	0.6150
incremento di coefficiente di spinta in fase sismica	$\Delta K_{ah}$		0.0668	0.2307
spinta terreno su muro	$S_m$	[kN]	<b>616</b>	<b>1437</b>
eccentricità muro	$e_{vm}$	[m]	2.32	2.32
momento muro frontale	$M_{Tm}$	[kNm]	<b>1427</b>	<b>3330</b>
spinta terreno su muro+fondazione	$S_z$	[kN]	<b>911</b>	<b>2125</b>
eccentricità fondazione	$e_{vz}$	[m]	2.8	2.8
momento intradosso zattera	$M_{Tz}$	[kNm]	<b>2565</b>	<b>5985</b>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 128 di 144

## SOLLECITAZIONI RISULTANTI - VALORI CARATTERISTICI

### BASE MURO FRONTALE

		N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
peso proprio spalla	<b>g1</b>	3226	0	0	0	-330
spinte terreno di rinterro	<b>g4</b>	0	2970	0	0	6881
spinta sovraccarichi permanenti	<b>g5</b>	0	684	0	0	2376
spinta sovraccarichi variabili	<b>q2</b>	0	2137	0	0	7426
vento trasversale	<b>w</b>	0	0	480	5040	0
forze di inerzia massa spalla		625	1250	1250	3612	3612
forze di inerzia massa terreno di rinterro		0	4006	4006	13922	13922
sovraspinta sismica terreno 1+kv		0	616	0	0	1427
sovraspinta sismica terreno 1-kv		0	1437	0	0	3330

### INTRADOSSO ZATTERA

		N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
peso proprio spalla	<b>g1</b>	7726	0	0	0	4993
peso proprio terreno di rinterro	<b>g2</b>	10342	0	0	0	-14737
sovraccarichi permanenti su spalla	<b>g3</b>	1190	0	0	0	-1696
spinte terreno di rinterro	<b>g4</b>	0	4391	0	0	12367
spinta sovraccarichi permanenti	<b>g5</b>	0	831	0	0	3513
sovraccarichi variabili su spalla	<b>q1</b>	3720	0	0	0	-5301
spinta sovraccarichi variabili	<b>q2</b>	0	2598	0	0	10977
vento trasversale	<b>w</b>	0	0	480	5760	0
forze di inerzia massa spalla		1497	2993	2993	4919	4919
forze di inerzia massa terreno di rinterro		2003	4006	4006	16927	16927
sovraspinta sismica terreno 1+kv		0	911	0	0	2565
sovraspinta sismica terreno 1-kv		0	2125	0	0	5985

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 129 di 144

### SOLLECITAZIONI RISULTANTI - VALORI DI PROGETTO

#### BASE MURO FRONTALE

COMBINAZIONE		N [kN]	VL [kN]	VT [kN]	ML [kNm]	MT [kNm]
1	QP	3226.0	3654.1	0.0	0.0	8927.1
2	FREQ 1	3226.0	4722.6	0.0	0.0	12640.0
3	FREQ 2	3226.0	4722.6	0.0	0.0	12640.0
4	RARA 1	3226.0	5791.0	288.0	3024.0	16352.9
5	RARA 2	3226.0	5791.0	288.0	3024.0	16352.9
6	RARA 3	3226.0	5791.0	288.0	3024.0	16352.9
7	RARA 4	3226.0	5791.0	288.0	3024.0	16352.9

COMBINAZIONE		N [kN]	VL [kN]	VT [kN]	ML [kNm]	MT [kNm]
1	SLU 1	4355.1	7514.5	432.0	4536.0	21021.9
2	SLU 2	4355.1	7514.5	432.0	4536.0	21021.9
3	SLU 3	4355.1	7514.5	432.0	4536.0	21021.9
4	SLU 4	4355.1	7514.5	432.0	4536.0	21021.9
5	SLU 5	4355.1	8134.2	432.0	4536.0	23175.4
6	SLU 6	4355.1	8134.2	432.0	4536.0	23175.4
5	SLV 1	3413.5	9953.8	1576.9	5260.2	29373.3
6	SLV 2	3038.5	10775.2	1576.9	5260.2	31276.2
7	SLV 3	3413.5	5843.2	5256.2	17533.9	16100.5
8	SLV 4	3038.5	6089.6	5256.2	17533.9	16671.4

#### INTRADOSSO ZATTERA

COMBINAZIONE		N [kN]	VL [kN]	VT [kN]	ML [kNm]	MT [kNm]
1	QP	19258.0	5222.2	0.0	0.0	4439.5
2	FREQ 1	19258.0	6521.3	0.0	0.0	9928.1
3	FREQ 2	19258.0	6521.3	0.0	0.0	9928.1
4	RARA 1	19258.0	7820.3	288.0	3456.0	15416.6
5	RARA 2	19258.0	7820.3	288.0	3456.0	15416.6
6	RARA 3	19258.0	7820.3	288.0	3456.0	15416.6
7	RARA 4	19258.0	7820.3	288.0	3456.0	15416.6

COMBINAZIONE		N [kN]	VL [kN]	VT [kN]	ML [kNm]	MT [kNm]
1	SLU 1	26176.9	10188.5	432.0	5184.0	18999.2
2	SLU 2	31756.9	8941.4	432.0	5184.0	5778.7
3	SLU 3	26176.9	10188.5	432.0	5184.0	18999.2
4	SLU 4	26176.9	10188.5	432.0	5184.0	18999.2
5	SLU 5	26176.9	10942.0	432.0	5184.0	22182.6
6	SLU 6	26176.9	10942.0	432.0	5184.0	22182.6
5	SLV 1	20307.9	13652.1	2099.9	6553.8	31046.2
6	SLV 2	18208.1	14866.3	2099.9	6553.8	34466.3
7	SLV 3	8775.9	8114.9	6999.5	21846.2	30391.4
8	SLV 4	6676.1	8479.2	6999.5	21846.2	31417.5

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 130 di 144

### 12.1.2 Verifica muro frontale

#### STATO LIMITE ULTIMO

#### Sollecitazioni base muro frontale

COMBINAZIONE	N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
SLU 1	4355	7514	432	4536	21022
SLU 2	4355	7514	432	4536	21022
SLU 3	4355	7514	432	4536	21022
SLU 4	4355	7514	432	4536	21022
SLU 5	4355	8134	432	4536	23175
SLU 6	4355	8134	432	4536	23175
SLV 1	3413	9954	1577	5260	29373
SLV 2	3039	10775	1577	5260	31276
SLV 3	3413	5843	5256	17534	16101
SLV 4	3039	6090	5256	17534	16671

### Verifica a presso-flessione

#### geometria sezione

larghezza sezione	bTm	[m]	16.0
altezza sezione	bLm	[m]	1.5

#### armatura compressa

##### strato 1

diámetro armatura	$\phi$	[mm]	20
interasse barre	$i\phi$	[mm]	200
numero barre	$n\phi$		80
copriferro di calcolo strato 1	$c'_1$	[mm]	50
area armatura compressa strato 1	$A'_{s1}$	[mm <sup>2</sup> ]	25133

##### strato 2

diámetro armatura	$\phi$	[mm]	0
interasse barre	$i\phi$	[mm]	200
numero barre	$n\phi$		80
copriferro di calcolo strato 2	$c'_2$	[mm]	50
area armatura compressa strato 2	$A'_{s2}$	[mm <sup>2</sup> ]	0

area armatura compressa	$A'_s$	[mm <sup>2</sup> ]	25133
rapporto geometrico di armatura	$\rho'_s$		0.10%

#### armatura tesa

##### strato 1

diámetro armatura	$\phi$	[mm]	26
-------------------	--------	------	----

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	131 di 144

interasse barre	$i\phi$	[mm]	100
numero barre	$n\phi$		159
copriferro di calcolo strato 1	$c_1$	[mm]	53
area armatura tesa strato 1	$A_{s1}$	[mm <sup>2</sup> ]	84418
<b>strato 2</b>			
diametro armatura	$\phi$	[mm]	
interasse barre	$i\phi$	[mm]	100
numero barre	$n\phi$		159
copriferro di calcolo strato 2	$c_2$	[mm]	53
area armatura tesa strato 2	$A_{s2}$	[mm <sup>2</sup> ]	0
area armatura tesa	$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	84418
rapporto geometrico di armatura	$\rho_s$		0.35%
altezza utile	$d$	[mm]	1447

COMBINAZIONE	$M_{L, Rd}$ [kNm]	$M_{T, Rd}$ [kNm]	Verifica
SLU 1	97810.5	49359.9	SI
SLU 2	97810.5	49359.9	SI
SLU 3	97810.5	49359.9	SI
SLU 4	97810.5	49359.9	SI
SLU 5	97810.5	49359.9	SI
SLU 6	97810.5	49359.9	SI
SLV 1	90428.5	48727.6	SI
SLV 2	87488.2	48475.9	SI
SLV 3	90428.5	48727.6	SI
SLV 4	87488.2	48475.9	SI

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

larghezza sezione	$b_w$	[mm]	16000
altezza sezione	$h$	[mm]	1500
altezza utile sezione	$d$	[mm]	1447
armatura longitudinale	$A_{sl}$	[mm <sup>2</sup> ]	84418
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_l$		0.004
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	[MPa]	
resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	[MPa]	37
resistenza a taglio	$V_{Rd}$	[kN]	9101
sforzo di taglio massimo	$V_{Ed}$	[kN]	10775

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 132 di 144

			<b>non verificato</b>
<b>Elementi con armature trasversali resistenti a taglio</b>			
larghezza sezione	$b_w$	[mm]	16000
altezza sezione	$h$	[mm]	1500
altezza utile sezione	$d$	[mm]	1447
numero armature trasversali	$n^\circ \emptyset$		40
diametro armature trasversali	$\emptyset$	[mm]	18
interasse armature trasversali	$s$	[mm]	400
area dell'armatura trasversale	$A_{sw}$	[mm <sup>2</sup> ]	10179
resistenza di progetto	$f_{yd}$	[MPa]	391
resistenza a compressione del cls	$f_{cd}$	[MPa]	21.2
angolo di inclinazione armatura trasversale rispetto asse trave	$\alpha$	[DEG]	90
	$\cot \theta$		1.0
angolo di inclinazione puntone compresso rispetto asse trave	$\theta$	[DEG]	45
tensione di compressione calcestruzzo	$\sigma_{cp}$	[MPa]	0.00
coefficiente maggiorativo in elementi compressi	$\alpha_c$		1.00
resistenza a taglio trazione	$V_{Rsd}$	[kN]	12968
resistenza a compressione del cls ridotta	$f_{cd}'$	[MPa]	10.6
resistenza a taglio compressione	$V_{Rcd}$	[kN]	110253
resistenza a taglio	$V_{Rd}$	[kN]	<b>12968</b>
sforzo di taglio massimo	$V_{Ed}$	[kN]	<b>10775</b>
			<b>verificato</b>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 133 di 144

## STATO LIMITE DI ESERCIZIO

### Sollecitazioni base muro frontale

combinazione	N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
QP	3226	3654	0	0	8927
FREQ 1	3226	4723	0	0	12640
FREQ 2	3226	4723	0	0	12640
RARA 1	3226	5791	288	3024	16353
RARA 2	3226	5791	288	3024	16353
RARA 3	3226	5791	288	3024	16353
RARA 4	3226	5791	288	3024	16353

### Verifica a fessurazione senza calcolo diretto

grandezze di progetto			QP	FREQ 1	FREQ 2
valore di calcolo di apertura delle fessure	$w_d$	[mm]	0.2	0.2	0.2
diametro armatura longitudinale	$\phi$	[mm]	26	26	26
interasse barre	$i\phi$	[mm]	100	100	100

### tabelle C4.1.II e III della Circ. alle NTC08

limite di tensione dell'acciaio	$\sigma_s$	[MPa]	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>160</b>
---------------------------------	------------	-------	------------	------------	------------

### sollecitazioni massime

sfuerzo normale minimo	<b>N<sub>MIN</sub></b>	[kN]	<b>3226</b>	<b>3226</b>	<b>3226</b>
momento flettente massimo	<b>M<sub>MAX</sub></b>	[kNm]	<b>8927</b>	<b>12640</b>	<b>12640</b>

### IPOSTESI FLESSIONE RETTA, N=0

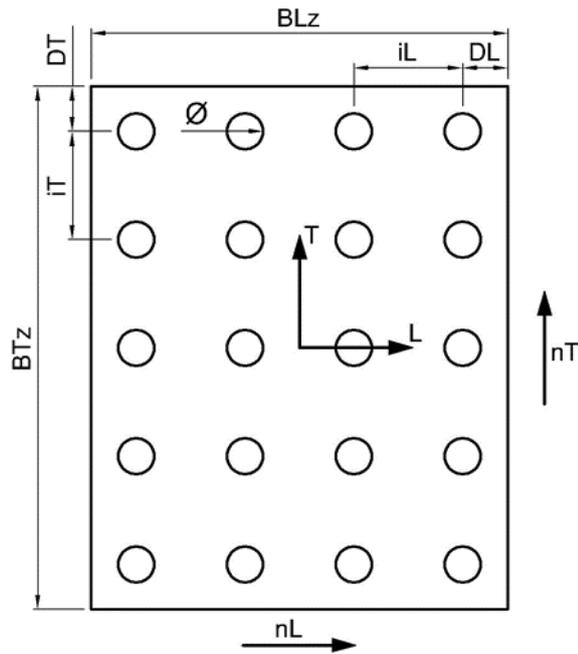
coefficiente di omogeneizzazione	n		15	15	15
distanza estradosso sezione-asse neutro	$y_n$	[mm]	748	748	748
momento di inerzia sezione ideale	$J_{id}$	[mm <sup>4</sup> ]	3.028E+12	3.028E+12	3.028E+12
modulo di resistenza sezione ideale	$W_{id}$	[mm <sup>3</sup> ]	4.312E+09	4.312E+09	4.312E+09
tensione massima acciaio	$\sigma_s$	[MPa]	<b>31</b>	<b>44</b>	<b>44</b>

**verifica      verifica      verifica**

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 134 di 144

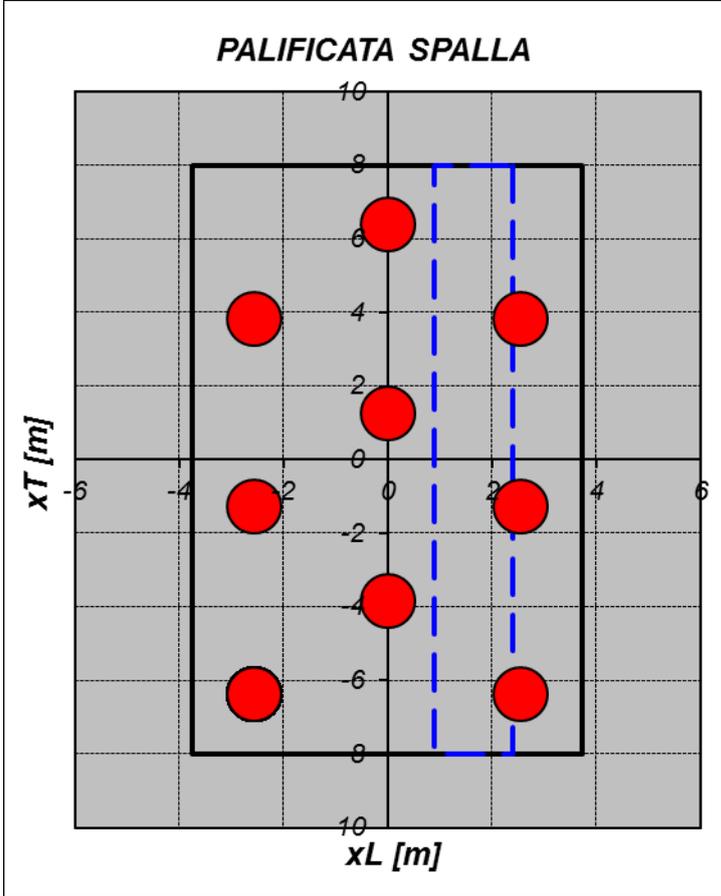
### 12.1.3 Verifica zattera e pali

#### GEOMETRIA



tipologia palificata			<b>QUINCONCE</b>
base longitudinale	BLz	[m]	7.50
base trasversale	BTz	[m]	16.00
diametro pali	Ø	[m]	1.2
numero pali longitudinali massimo	nL		3
numero pali trasversali massimo	nT		6
numero pali totali	n		9.5
intrasse pali longitudinale	iL	[m]	2.55
intrasse pali trasversale	iT	[m]	2.55
interasse minimo	i		3.0 Ø
distanza del palo dal bordo longitudinale	DL	[m]	1.2
distanza del palo dal bordo trasversale	DT	[m]	1.625

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>PONTI E VIADOTTI</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.18.0.0.001</td> <td>B</td> <td>135 di 144</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	135 di 144
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	135 di 144								



APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 136 di 144

### **Sollecitazioni intradosso zattera**

COMBINAZIONE	N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
SLU 1	26177	10189	432	5184	29197
SLU 2	31757	8941	432	5184	14731
SLU 3	26177	10189	432	5184	29197
SLU 4	26177	10189	432	5184	29197
SLU 5	26177	10942	432	5184	35995
SLU 6	26177	10942	432	5184	37196
SLV 1	20308	13652	2100	6554	44859
SLV 2	18208	14866	2100	6554	49480
SLV 3	8776	8115	7000	21846	41108
SLV 4	6676	8479	7000	21846	42412

### **Sollecitazioni palo**

COMBINAZIONE	N <sub>MAX</sub> [kN]	N <sub>MIN</sub> [kN]	V [kN]	M [kNm]
SLU 1	4857	654	1073	2826
SLU 2	4499	2186	942	2481
SLU 3	4857	654	1073	2826
SLU 4	4857	654	1073	2826
SLU 5	5302	209	1153	3035
SLU 6	5380	131	1153	3035
SLV 1	5314	-1039	1454	3828
SLV 2	5395	-1562	1580	4161
SLV 3	4426	-2579	1128	2970
SLV 4	4291	-2885	1157	3047

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 137 di 144

## Verifica a pressoflessione

### geometria sezione

diametro palo	$\emptyset$	[m]	1.2
diametro armatura longitudinale	$\phi$	[mm]	30
numero barre	$n\phi$		48
copriferro di calcolo	c	[mm]	91
interasse barre	$i\phi$	[mm]	67

### sollecitazioni massime

	<b>N<sub>MAX</sub></b>	COMBO	SLU 6
sforzo normale massimo	<b>N<sub>MAX</sub></b>	[kN]	<b>5380</b>
momento flettente massimo	<b>M<sub>MAX</sub></b>	[kNm]	<b>3035</b>
momento flettente resistente	<b>M<sub>Rd</sub></b>	[kNm]	<b>5749</b>

**Verifica SI**

	<b>N<sub>MIN</sub></b>	COMBO	SLV 4
sforzo normale minimo	<b>N<sub>MIN</sub></b>	[kN]	<b>-2885</b>
momento flettente massimo	<b>M<sub>MAX</sub></b>	[kNm]	<b>3047</b>
momento flettente resistente	<b>M<sub>Rd</sub></b>	[kNm]	<b>4391</b>

**Verifica SI**

	<b>M<sub>MAX</sub></b>	COMBO	SLV 2
sforzo normale minimo	<b>N<sub>MIN</sub></b>	[kN]	<b>-1562</b>
momento flettente massimo	<b>M<sub>MAX</sub></b>	[kNm]	<b>4161</b>
momento flettente resistente	<b>M<sub>Rd</sub></b>	[kNm]	<b>4753</b>

**Verifica SI**

### Verifica a taglio

diametro palo	$\emptyset$	[mm]	1200
area cerchio	$A_{\emptyset}$	[mm <sup>2</sup> ]	1130973
base equivalente al rettangolo	$b_w$	[mm]	1080
altezza utile equivalente al rettangolo	d	[mm]	866
area rettangolo equivalente	$A_R$	[mm <sup>2</sup> ]	935020.8
classe del calcestruzzo	$R_{ck}$	[MPa]	30
resistenza a compressione ridotta	$f'_{cd}$	[MPa]	8.3
resistenza a trazione di progetto	$f_{yd}$	[MPa]	391

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	138 di 144

### taglio compressione

forza assiale di progetto	$N_{ed}$	[kN]	5380
tensione media di compressione	$\sigma_{cp}$	[MPa]	4.8
coefficiente maggiorativo per membrature compresse	$\alpha_c$		1.25
resistenza di calcolo a "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	[kN]	<b>4365</b>

### taglio trazione

inclinazione puntone	$\theta$	[deg]	45	
		[rad]	0.79	
inclinazione staffe	$\alpha$	[deg]	90	
		[rad]	1.57	
diámetro barre staffe	$\emptyset$	[mm]	16	20
numero bracci	n		2	2
area staffa	$A_{sw}$	[mm <sup>2</sup> ]	402.1	628.3
passo	s	[mm]	100	400
resistenza di calcolo a "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	[kN]	<b>1226</b>	<b>479</b>

resistenza a taglio	$V_{Rd}$	[kN]	<b>1705</b>
taglio sollecitante	$V_{Ed}$	[kN]	<b>1580</b>

**verifica**

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B FOGLIO 139 di 144

## STATO LIMITE DI ESERCIZIO

### Sollecitazioni intradosso zattera

combinazione	N [kN]	V <sub>L</sub> [kN]	V <sub>T</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	M <sub>T</sub> [kNm]
QP	19258	5222	0	0	9662
FREQ 1	19258	6521	0	0	9928
FREQ 2	19258	6521	0	0	9928
RARA 1	19258	7820	288	3456	15417
RARA 2	19258	7820	288	3456	15417
RARA 3	19258	7820	288	3456	15417
RARA 4	19258	7820	288	3456	15417

### Sollecitazioni pali

combinazione	N <sub>MAX</sub> [kN]	N <sub>MIN</sub> [kN]	V [kN]	M [kNm]
QP	2659	1396	550	1447
FREQ 1	2676	1378	686	1807
FREQ 2	2676	1378	686	1807
RARA 1	3164	890	824	2169
RARA 2	3164	890	824	2169
RARA 3	3164	890	824	2169
RARA 4	3164	890	824	2169

### Verifica a fessurazione senza calcolo diretto

#### grandezze di progetto

valore di calcolo di apertura delle fessure	w <sub>d</sub>	[mm]	0.2	0.2	0.2
diametro armatura longitudinale	φ	[mm]	30	30	30
interasse barre	iφ	[mm]	67	67	67

#### tabelle C4.1.II e III della Circ. alle NTC08

limite di tensione dell'acciaio	σ <sub>s</sub>	[MPa]	160	160	160
---------------------------------	----------------	-------	-----	-----	-----

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 140 di 144

sollecitazioni massime			QP	FREQ 1	FREQ 2
sforzo normale minimo	$N_{MIN}$	[kN]	1396	1378	1378
momento flettente massimo	$M_{MAX}$	[kNm]	1447	1807	1807
tensione massima acciaio	$\sigma_s$	[MPa]	108	144	144
			verifica	verifica	verifica

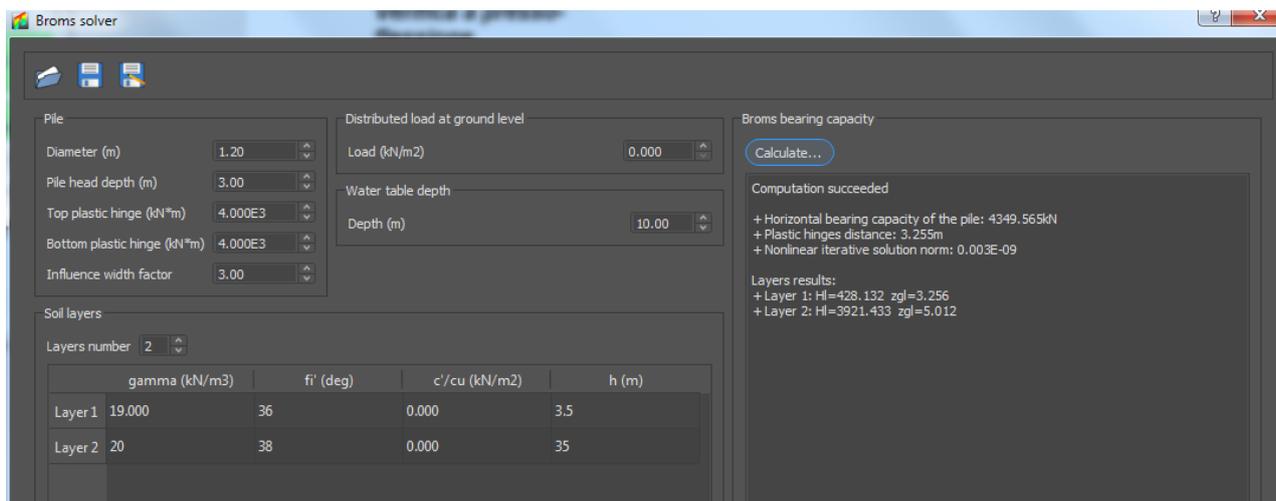
APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 141 di 144

### 12.1.4 Verifiche Geotecniche di capacità portante per carichi verticali

Confrontando il massimo sforzo di compressione agente nei pali con i valori riportate nelle curve di capacità portante dei pali (riportate all'interno della relazione geotecnica generale del Sub lotto dove ricade l'opera in esame), si è scelto di utilizzare dei pali aventi lunghezza pari a **32 m**.

### 12.1.5 Verifiche Geotecniche di capacità portante per carichi orizzontali

Il calcolo della resistenza alla Broms, tenendo conto della presenza del sovraccarico, conduce al seguente valore caratteristico:



$$H_{car} = 4350 \text{ kN}$$

$$H_{rd} = 4350 / 1.3 / 1.7 = 1968 \text{ kN} > V_{ed}$$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
PONTI E VIADOTTI RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.18.0.0.001	REV. B	FOGLIO 142 di 144

### 13. VALIDAZIONE PROGRAMMI DI CALCOLO

#### 13.2 ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO

Ai sensi del punto 10.2 del N.T.C. 2008 si dichiara quanto segue.

#### 13.3 TIPO DI ANALISI SVOLTA

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di più codici di calcolo automatico o mediante fogli di calcolo interni. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. Sono svolte analisi elastiche lineari per il calcolo delle azioni e calcolo a rottura per le verifiche di resistenza.

#### 13.4 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Le azioni sono state calcolate con fogli di calcolo Excel.

Titolo            CMArkad X  
Versione        2.0  
Produttore     Arkad Engineering srl  
Utente          BRENG SRL  
Licenza         Commerciale

Titolo            VcaSlu – Verifica cemento armato Stato limite ultimo  
Versione        7.7  
Produttore     Prof. Piero Gelfi  
Utente          BRENG SRL  
Licenza         Free

APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>PONTI E VIADOTTI</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.18.0.0.001</td> <td>B</td> <td>143 di 144</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	143 di 144
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.18.0.0.001	B	143 di 144								

**\*\*NB:** I programmi sviluppati internamente vengono redatti, controllati, approvati e validati internamente, con una serie di test svolti, in prima istanza dall'ingegnere informatico, e successivamente a campione da diversi ingegneri.

Questi test, consistono in una serie di controlli quali l'affidabilità dei codici di calcolo, la leggibilità dei risultati, l'individuazione degli errori ed il controllo sulla coerenza risultati.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PONTI E VIADOTTI</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE</b>	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>2.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI.18.0.0.001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>144 di 144</b>

### 13.5 AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. L'affidabilità e la robustezza dei codici di calcolo sono garantite attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Per i fogli di calcolo sono state condotte validazioni con esempi semplici (calcoli a mano) o con esempi più complessi (FEM).

### 13.6 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

### 13.7 INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE

I software prevedono una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

### 13.8 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.