

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LA COPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
3° SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO**

RELAZIONE

FABBRICATI

FA14– AREA DI SOCCORSO al km 45+850 (imbocco GALLERIA NATURALE LE FORCHE lato Benevento)

ELABORATI STRUTTURALI

FABBRICATO ENEL

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

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

I F 2 R 3 2 E Z Z C L F A 1 4 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE	F. De Santis	29/06/21	D. Maturi	30/06/21	M. Nuti	30/06/21	IL PROGETTISTA P. Cucino	

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI BENEVENTO
Dott. Ing. PAOLO CUCINO
ISCRIZIONE ALBO 442216
01/07/21

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 2 di 109

1	GENERALITA'	5
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	5
1.2	UNITA' DI MISURA	8
2	NORMATIVA	9
2.1	ELABORATI DI RIFERIMENTO	10
3	MATERIALI	11
3.1	DURABILITA' DELLE OPERE IN CLS ARMATO	11
3.2	CARATTERISTICHE MECCANICHE	13
3.3	PROVE SUI MATERIALI	14
4	CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA ...	15
4.1	STRATIGRAFIA IN PROSSIMITA' DELL'OPERA	15
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	16
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	17
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA	17
5.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA	20
6	ANALISI DEI CARICHI	21
6.1	PESO PROPRIO STRUTTURE	21
6.1.1	<i>Solaio di copertura</i>	<i>21</i>
6.1.2	<i>Struttura principale in c.a.</i>	<i>22</i>
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI	22
6.3	SOVRACCARICO VARIABILE IN COPERTURA	23

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 3 di 109

6.4	CARICO DA NEVE	23
6.5	AZIONE DEL VENTO	25
6.6	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI	27
6.7	VARIAZIONE TERMICA	28
6.8	AZIONE SISMICA.....	29
7	METODO DI PROGETTAZIONE.....	35
7.1	COMBINAZIONE DELLE AZIONI.....	35
8	MODELLO DI CALCOLO	37
8.1	DESCRIZIONE	37
8.2	COMBINAZIONI DI CARICO	40
9	RISULTATI DELLE ANALISI.....	44
9.1	ANALISI MODALE.....	44
9.2	SPOSTAMENTI	46
9.2.1	Stato limite SLV	46
9.2.2	Stato limite di operatività SLO.....	47
9.3	NON LINEARITA' GEOMETRICHE.....	48
9.4	SOLLECITAZIONI	49
9.4.1	ELEVAZIONE.....	50
9.4.2	FONDAZIONI	54
10	VERIFICHE STRUTTURALI.....	57
10.1	CRITERI DI VERIFICA.....	57

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 4 di 109

10.1.1	<i>Stati limite ultimi</i>	57
10.1.2	<i>Stati limite di esercizio</i>	60
10.2	SOLAI	61
10.2.1	SCHEMA DI CALCOLO	61
10.2.2	SOLLECITAZIONI	62
10.2.3	VERIFICHE DI RESISTENZA	63
10.2.4	VERIFICA DEFORMABILITA'	69
10.3	STRUTTURA IN ELEVAZIONE	70
10.3.1	PILASTRI 40x30	73
10.3.2	TRAVI PRINCIPALI 30x50	77
10.3.3	TRAVI DI BORDO 30x40	80
10.4	FONDAZIONI	83
10.4.1	TRAVI ROVESCE	84
10.4.2	TRAVI DI COLLEGAMENTO	94
11	VERIFICHE GEOTECNICHE	101
11.1	CRITERI DI VERIFICA	101
11.2	CARICO LIMITE FONDAZIONE TERRENO	102

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 5 di 109

1 GENERALITA'

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo 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 al Fabbricato PGEP tipo A previsto in corrispondenza dell' AREA DI SOCCORSO al km 45+850 (imbocco GALLERIA NATURALE LE FORCHE lato Benevento).

1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La struttura in elevazione del fabbricato si sviluppa con una pianta a forma rettangolare avente dimensioni 6.60 m x 8.40 m con pilastri e travi in c.a. gettato in opera.

Il sistema strutturale è caratterizzato da un telaio spaziale monolivello avente copertura piana costituito da una campata in direzione trasversale di luce 6.30 m circa mentre, parallelamente al lato lungo, è suddiviso in 2 campate di luce 4.20 m.

Il solaio di copertura è del tipo semiprefabbricato a prédalles, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore. Lo spessore totale del solaio di copertura è di 200 mm e comprende 40 mm di prédalles, 120 mm di nervature e 40 mm di caldana superiore. Le lastre in c.a. sono larghe 1.20 m e presentano tre tralicci metallici di irrigidimento ed elementi di alleggerimento delimitanti le nervature intermedie. Il solaio è ordito secondo la direzione longitudinale del fabbricato in modo da essere poggiato direttamente sui telai trasversali.

I pilastri hanno dimensione in pianta di 40x30 cm.

Le travi perimetrali poste lungo gli allineamenti longitudinali hanno dimensioni 30x40 cm. Le travi principali poste lungo gli allineamenti trasversali hanno una sezione 30x50cm.

Il sistema di fondazione è realizzato in opera mediante un graticcio di travi rovescedi altezza 1.0m poste lungo il perimetro dell'edificio e collegate tra loro trasversalmente mediante travi 30x50 cm.

Il rivestimento esterno è realizzato con pannellature prefabbricate di spessore 200mm.

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche dimensionali si rimanda agli elaborati grafici di carpenteria.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>7 di 109</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	7 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	7 di 109								

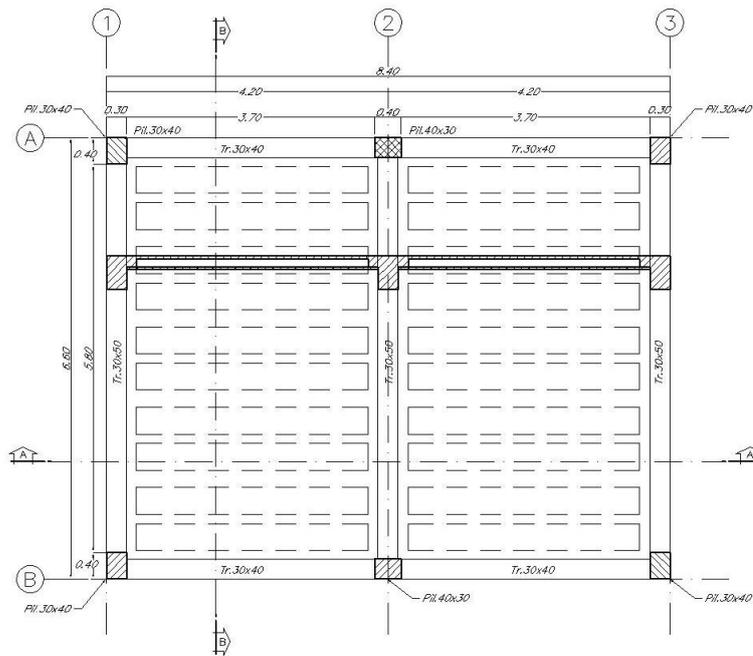
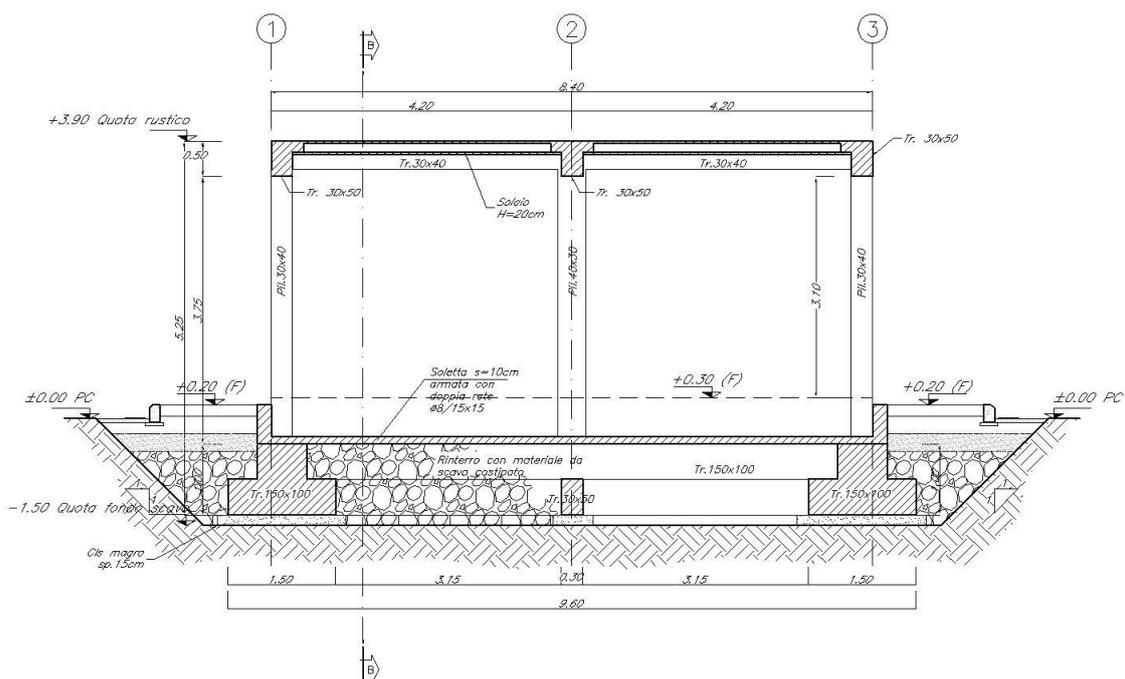


Figura 2: Carpenteria piano copertura



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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 8 di 109

Figura 3: Sezione longitudinale

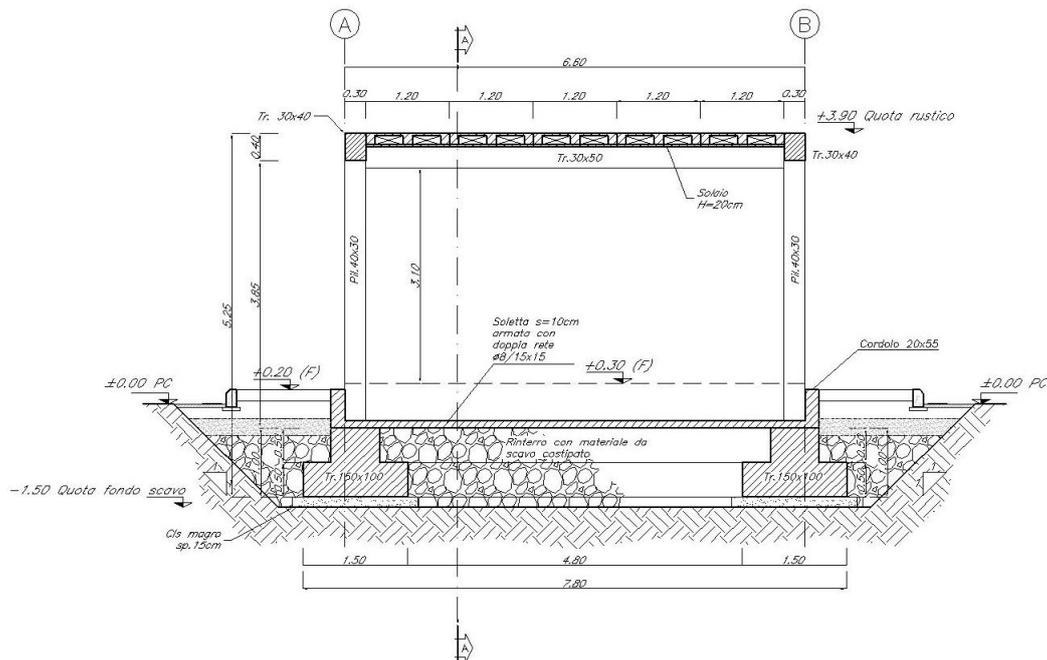


Figura 4: Sezione trasversale

1.2 UNITA' DI MISURA

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

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

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 9 di 109

2 **NORMATIVA**

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

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 10 di 109

2.1 ELABORATI DI RIFERIMENTO

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

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 11 di 109

3 MATERIALI

3.1 DURABILITA' DELLE OPERE IN CLS ARMATO

Al fine di garantire buone prestazioni di durabilità delle opere in c.a., occorre adottare alcuni provvedimenti atti a limitare gli effetti degradanti indotti dagli attacchi chimico-fisici.

Per i provvedimenti e la definizione della classe di esposizione ambientale, si è fatto riferimento alle indicazioni contenute in NTC08 §4.1.6.1.3.

Con riferimento agli elementi strutturali in c.a. si individuano le seguenti classi di esposizione e le corrispondenti condizioni ambientali definite nella tabella 4.1.III delle NTC08.

- **Struttura in elevazione** **XC3** **(Ambiente Ordinario);**
- **Fondazioni** **XC2** **(Ambiente Ordinario);**

In base alle indicazioni fornite dalla UNI 11104 in applicazione della UNI EN 206:2016, alle classi di esposizione sopra individuate è richiesto un cls avente una resistenza minima Rck pari a

- XC3 Rck = 35 MPa
- XC2 Rck = 30 MPa

Per le strutture in esame si prevede pertanto l'utilizzo di un cls di classe:

- **Struttura in elevazione** **C28/35**
- **Fondazioni** **C25/30**

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV della circolare alle NTC08 di seguito riportata (Figura 5).

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C _{min}	C _o	ambiente	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Figura 5: Tabella C4.1.IV circolare NTC08. Copriferri minimi in mm

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 12 di 109

In condizioni ambientali ordinarie, per elementi monodimensionali, nella tabella è previsto un copriferro minimo di 25mm.

A tale valore, riferito a costruzioni con vita nominale di 50 anni, vanno applicati una serie di incrementi legati alla tolleranza di posa, alla classe di resistenza del cls utilizzato e ai controlli di qualità sulla produzione.

Nel caso in esame si ottiene:

Vita nominale strutture	VN = 75 anni
Condizioni ambientali	Ordinarie
Classe di resistenza minima cls utilizzato (fondaz)	C25/30
Classe di resistenza minima richiesta tab.C4.1.IV	C25/30
Copriferro minimo	$C_{min} = 25 \text{ mm}$
Incremento dovuto alla vita nominale	$\Delta C_{Vn} = +5 \text{ mm}$
Incremento dovuto alla resistenza del cls	$\Delta C_{cls} = 0 \text{ mm}$
Incremento tolleranza di posa	$\Delta C_{toll} = +10 \text{ mm}$
Decremento per controllo di qualità sul copriferro	$\Delta C_q = 0 \text{ mm}$

Il valore nominale del copriferro c_{nom} , inteso come distanza tra la superficie di calcestruzzo e quella dell'armatura più esterna, risulta:

$$c_{nom} = \Delta C_{Vn} + \Delta C_{cls} + \Delta C_{toll} + \Delta C_q = 40\text{mm}$$

Per le fondazioni e le strutture in elevazione, ad esclusione delle lastre *predalle*, Il valore nominale del copriferro adottato risulta pertanto pari a 40mm.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 13 di 109

3.2 CARATTERISTICHE MECCANICHE

Le caratteristiche meccaniche dei materiali, coerentemente a quanto indicato nella normativa cogente, sono riassunte nelle seguenti tabelle.

Calcestruzzo fondazioni:

Caratteristiche materiale

CLS	C25/30	Classe di resistenza
$R_{ck} =$	30 N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	24.9 N/mm ²	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	32.9 N/mm ²	valore medio della Resistenza cilindrica
$f_{ctm} =$	2.6 N/mm ²	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctk} =$	1.8 N/mm ²	Resistenza caratteristica a trazione
$E_c =$	31447 N/mm ²	Modulo elastico

Resistenze di calcolo SLU

α_{cc}	0.85 -	coeff. riduttivo per le resistenze di lunga durata
γ_c	1.5 -	coeff. parziale di sicurezza relativo al cls
$f_{cd} =$	14.1 N/mm ²	Resistenza di calcolo a compressione
$f_{ctd} =$	1.2 N/mm ²	Resistenza di calcolo a trazione
$f_{bd} =$	1.88 N/mm ²	tensione tangenziale di aderenza

Calcestruzzo elevazioni:

Caratteristiche materiale

CLS	C28/35	Classe di resistenza
$R_{ck} =$	35 N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	29.1 N/mm ²	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	37.1 N/mm ²	valore medio della Resistenza cilindrica
$f_{ctm} =$	2.8 N/mm ²	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctk} =$	2.0 N/mm ²	Resistenza caratteristica a trazione
$E_c =$	32588 N/mm ²	Modulo elastico

Resistenze di calcolo SLU

α_{cc}	0.85 -	coeff. riduttivo per le resistenze di lunga durata
γ_c	1.5 -	coeff. parziale di sicurezza relativo al cls
$f_{cd} =$	16.5 N/mm ²	Resistenza di calcolo a compressione

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 14 di 109

$f_{ctd} =$	1.3 N/mm ²	Resistenza di calcolo a trazione
$f_{bd} =$	2.08 N/mm ²	tensione tangenziale di aderenza

Acciaio da cemento armato

Tutti gli elementi strutturali in calcestruzzo armato sono realizzati utilizzando barre in acciaio B450C controllato in stabilimento.

Caratteristiche materlale

Acciaio	B450C	
$f_{yk} \geq$	450.0 N/mm ²	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540.0 N/mm ²	Tensione caratteristica a rottura
$E_s =$	210000 N/mm ²	Modulo elastico

Resistenze di calcolo SLU

γ_s	1.15 -	
$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²	Tensione di calcolo

3.3 Prove sui materiali

La costruzione delle strutture dovrà essere eseguita nel rispetto delle specifiche d'istruzione tecnica FS 44/M - REV. A DEL 10/04/00.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 15 di 109

4 CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA

L'opera ricade in corrispondenza della progressiva chilometrica 45+850 del tracciato di progetto dell'Asse Principale, nell'ambito del 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino - Vitulano.

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.A

4.1 STRATIGRAFIA IN PROSSIMITA' DELL'OPERA

Nel seguito si riportano le caratteristiche del terreno di fondazione interagente con l'opera:

LOTTO	ID	km
3	FA14	45+850

Unità	z	γ	c'	ϕ	C_u
(-)	(m)	(kN/m ³)	(kPa)	(°)	(kPa)
ALT	0.0-40.0	20	15	26	100

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 16 di 109

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 6: Individuazione planimetrica opera

Nella fattispecie, l'opera FA14 ricade tra i comuni di Torrecuso e Vitulano. Nei riguardi della valutazione delle azioni sismiche di progetto, si è fatto riferimento ai parametri di pericolosità sismica del Comune di Ponte (BN) come esposto nei paragrafi seguenti.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 17 di 109

5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

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, purché 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)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $V_N = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all' opera in oggetto corrisponde 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:

$$V_R = C_u \times V_N$$

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

5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITA' 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.

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>18 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	18 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	18 di 109								

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento	1
	6
	1

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

"Ricerca per comune" utilizza le ordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Figura 7: Sito di costruzione e reticolo di riferimento

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 19 di 109

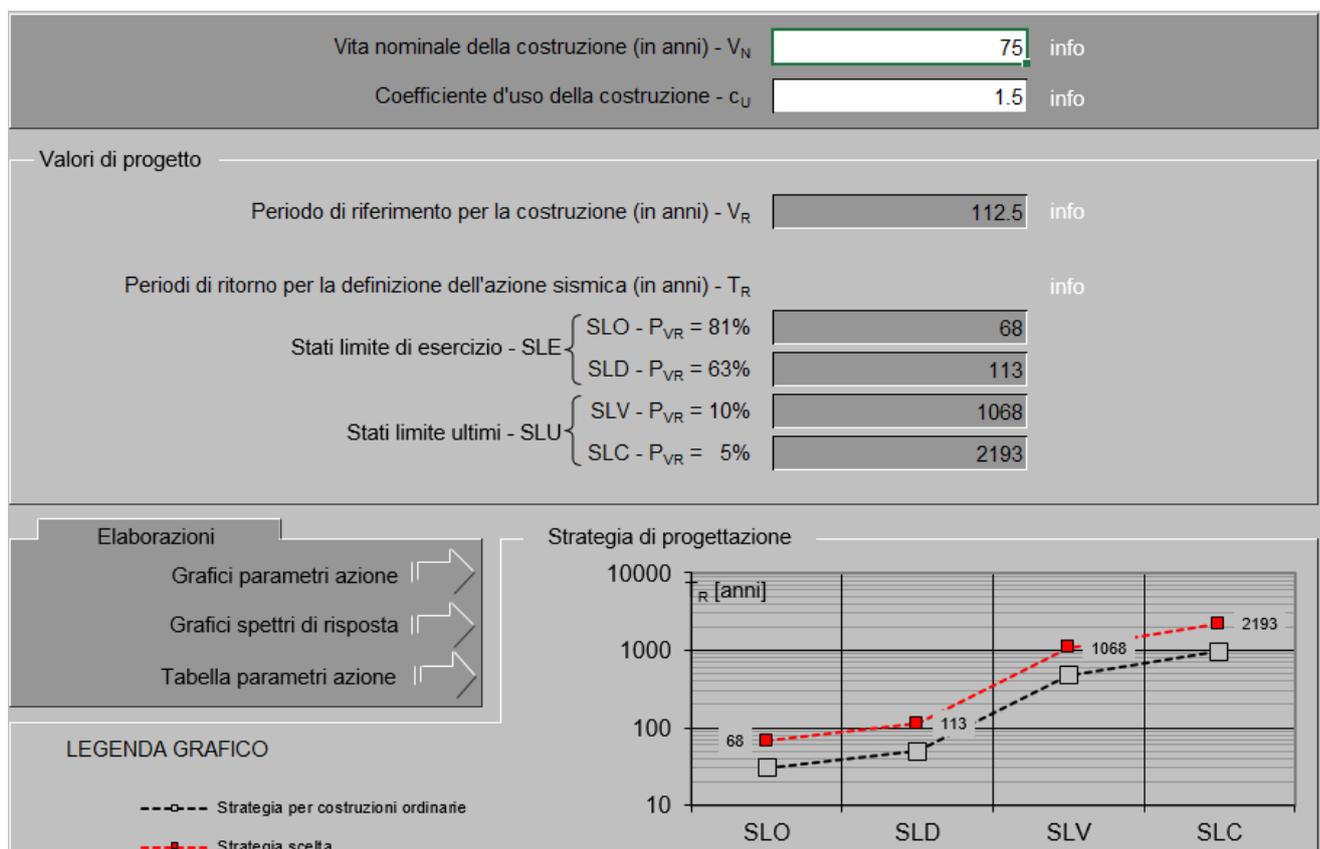


Figura 8: Scelta della strategia di progettazione

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.097	2.344	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

Figura 9: Valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno Stato limite

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 20 di 109

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. Per il caso in esame, come riportato all'interno della relazione geotecnica e di calcolo del lotto in esame (lotto2), risulta una categoria di sottosuolo di tipo C e una classe Topografica T1.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 21 di 109

6 ANALISI DEI CARICHI

Come prescritto dalle NTC2008, sono state considerate agenti sulla struttura le seguenti condizioni di carico elementari, combinate tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche dei singoli elementi strutturali:

- peso proprio strutture;
- carichi permanenti non strutturali;
- sovraccarico variabile;
- azione del vento;
- azione della neve;
- variazioni termiche;
- effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli
- azione sismica.

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

6.1 PESO PROPRIO STRUTTURE

6.1.1 Solaio di copertura

È realizzato con lastre predalles in cemento armato di altezza 20 cm alleggerite con polistirene espanso.

Solaio in lastre Predalles (H =4+12+4=20cm) lastra larga 1,20 m.

Predalles (s = 4cm) 25x0,04x1,20=	1,20kN;
Nervatura centrale (h=12 cm, s=14 cm) 25x0,12x0,14=	0,42 kN;
Nervature laterali (h=12 cm, s=13 cm) 2x25x0,12x0,13=	0,78 kN;
Soletta superiore (s=4 cm) 25x0,04x1,20=	1,20 kN;
Alleggerimento in polistirene espanso (h=12 cm, s=40 cm) 2x0,15x0,4x0,12=	<u>0,0144</u> kN.
Peso totale di una lastra larga 1,20 m: G=1,2+0,42+0,78+1,2+0,014 =	3,61 kN
Peso totale a metro quadrato = 3,61 kN /1,20m =	3,00 kN/m²

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 22 di 109

6.1.2 Struttura principale in c.a.

Il peso proprio delle travi e dei pilastri, viene calcolato automaticamente dal programma considerando il peso specifico del cemento armato pari a :

$$\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$$

6.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

- Tamponamenti esterni

Il rivestimento esterno è ottenuto mediante pannelli di tamponamento prefabbricati in calcestruzzo di spessore pari a 22 cm (pannello a taglio termico) il cui peso è pari a **3,60 kN/m²**.

Il peso per unità di superficie moltiplicato per l'altezza totale del singolo pannello h=5,00 m, trascurando le eventuali aperture, è pari a 18 kN/m, che è il peso a metro lineare del pannello.

Considerando che il pannello viene fissato alle travi di elevazione e al cordolo in c.a. posto al di sopra della trave rovescia, il peso da applicare alle travi perimetrali di elevazione e a quelle di fondazione è pari a **9 kN/m**.

- Carichi permanenti non strutturali agenti in copertura

Incidenza zone piene solaio	0,20	kN/m ²
Sottofondo e massetto alleggerito delle pendenze	1,00	kN/m ²
Strato coibente (sp. 50mm)	0,10	kN/m ²
Guaina di impermeabilizzazione	0,10	kN/m ²
Malta di allettamento ($\gamma=20\text{kN/mc}$; sp. 20mm)	0,40	kN/m ²
Pavimento ($\gamma=25\text{kN/mc}$; sp. 20mm)	0,50	kN/m ²
Intonaco intradosso	0,30	kN/m ²
Incidenza impianti	0,30	kN/m ²
Controsoffitto	<u>0,10</u>	<u>kN/m²</u>
Totale carico:	3.00	kN/m²

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 23 di 109

6.3 SOVRACCARICO VARIABILE IN COPERTURA

In copertura viene considerata la presenza di un carico variabile di intensità 0.50 kN/mq.

6.4 CARICO DA NEVE

	Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.	$q_{k} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_r \leq 200 \text{ m}$ $q_{k} = 1,39 [1+(a_r/728)^2] \text{ kN/mq}$ $a_r > 200 \text{ m}$
	Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.	$q_{k} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_r \leq 200 \text{ m}$ $q_{k} = 1,35 [1+(a_r/602)^2] \text{ kN/mq}$ $a_r > 200 \text{ m}$
	Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.	$q_{k} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $a_r \leq 200 \text{ m}$ $q_{k} = 0,85 [1+(a_r/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_r > 200 \text{ m}$
	Zona III Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{k} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $a_r \leq 200 \text{ m}$ $q_{k} = 0,51 [1+(a_r/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_r > 200 \text{ m}$

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/mq])} = \mu_i q_{sk} C_E C_t$$

μ_i (coefficiente di forma)

q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])

C_E (coefficiente di esposizione)

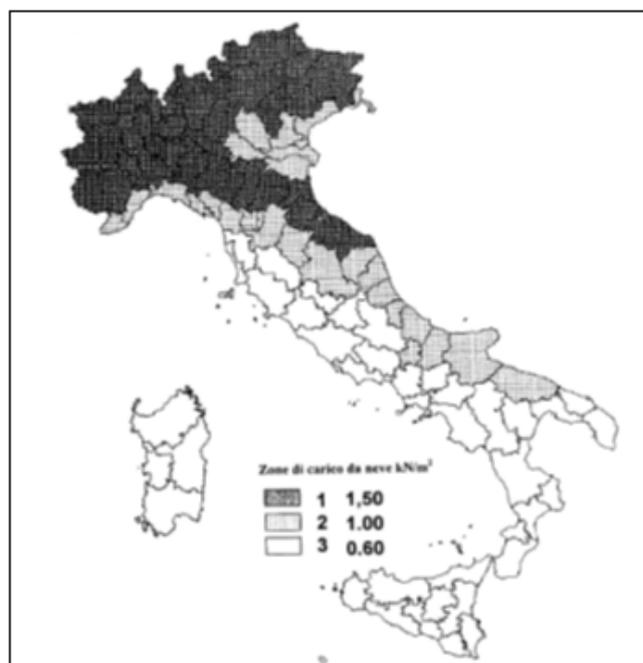
C_t (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	180
q_{sk} (val. caract. della neve al suolo [kN/mq])	0.60

Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.



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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 24 di 109

Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C _E
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

Valore del carico della neve al suolo

q _s (carico della neve al suolo [kN/mq])	0.60
---	------

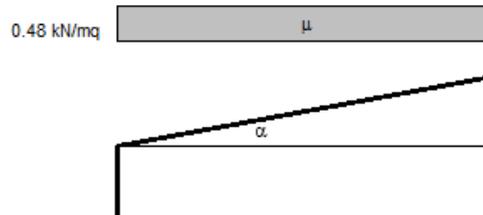
Valore del carico della neve al suolo

q _s (carico della neve al suolo [kN/mq])	0.60
---	------

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

α (inclinazione falda [°])	0
----------------------------	---

μ	0.8
---	-----



Pertanto le azioni sui singoli elementi della copertura sono pari a:

C _E	1
C _t	1
μ	0.8
q _{sk}	0.6

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura)} = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t = 0.48 \text{ kN/m}^2$$

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 25 di 109

6.5 AZIONE DEL VENTO

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{0,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s [1/s]
3	27	500	0.02
a_s (altitudine sul livello del mare [m])	180		
T_R (Tempo di ritorno)	50		
$v_0 = v_{0,0}$ per $a_s \leq a_0$			
$v_0 = v_{0,0} + k_s (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
$v_{0,0}$ ($T_R = 50$ [m/s])	27.000		
α_R (T_R)	1.00073		
v_D (T_R) = $v_0 \times \alpha_R$ [m/s]	27.020		

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_0 \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
q_0 (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
c_e (coefficiente di esposizione)
c_p (coefficiente di forma)
c_d (coefficiente dinamico)



Pressione cinetica di riferimento

$$q_0 = 1/2 \cdot \rho \cdot v_0^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_0 [N/mq]	456.29
--------------	--------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autolativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,....)

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>26 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	26 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	26 di 109								

Categoria di esposizione

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						

ZONA 6					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

Zona	Classe di rugosità	a_s [m]
3	D	180

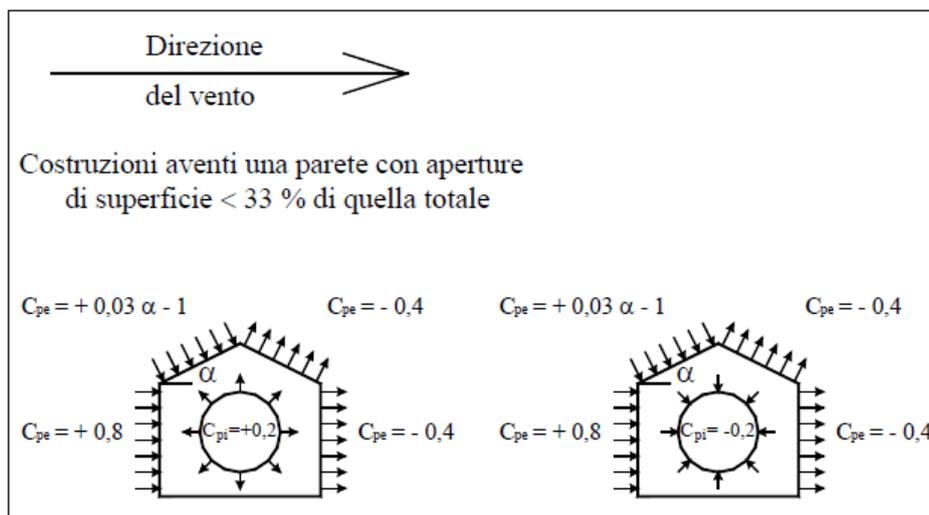
$$C_{e,z}(z) = k_f^2 \cdot c_f \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_f \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$C_{e,z}(z) = C_{e,z}(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

Cat. Esposiz.	k_f	z_0 [m]	z_{min} [m]	c_f
II	0.19	0.05	4	1

Coefficiente di forma (o aerodinamico):

Per la determinazione del coefficiente di forma si fa riferimento a quanto riportato nel paragrafo 3.3.10.1 della Circolare del 2/02/2009 in relazione a quanto riassunto nella figura seguente:



Per il carico sopravvento si assume $c_p = + 0,8$;

per il carico sottovento si assume $c_p = - 0,4$;

in copertura si assume $c_p = - 0,4$;

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 27 di 109

per costruzioni che hanno una parete con aperture di superficie minore di 1/3 di quella totale, la pressione interna si assumerà $c_{pi} = \pm 0,2$.

<u>Azione Normale Vento</u>		
q_b	0.456	kN/m ²
C_d	1	
$C_e(z)$	1.93	
c_{p1} (Copertura)	- 0.20	
c_{p2} (Elementi Verticali - Sopravento)	+ 1.00	
c_{p3} (Elementi Verticali – Sottovento)	- 0.20	
p_1 (Pressione vento in copertura)	-0,176	kN/m ²
p_2 (Pressione vento elementi verticali - Sopravento)	+ 0.88	kN/m ²
p_3 (Pressione vento elementi verticali - Sottovento)	-0.176	kN/m ²

6.6 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI

In accordo con quanto previsto nelle "Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari" (Documento RFI n° RFIDTCICIPSPINF001A) si considera l'effetto aerodinamico associato al passaggio dei treni. Tali prescrizioni si riscontrano anche al punto 5.2 della NTC2008 relativo ai ponti ferroviari. Le azioni possono essere schematizzate mediante carichi equivalenti agenti nelle zone prossime alla testa ed alla coda del treno, il cui valore viene determinato con riferimento alla seguente situazione:

Superfici verticali parallele al binario (5.2.2.7.1 – NTC2008):

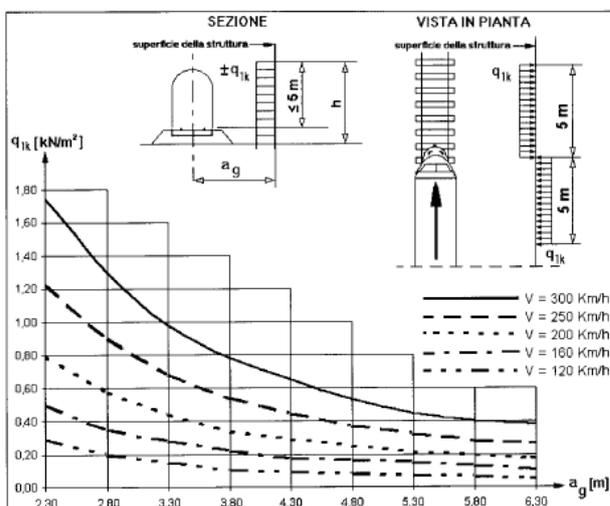
il valore caratteristico dell'azione $\pm q_{1k}$ agente ortogonalmente alla superficie verticale di facciata del fabbricato viene valutato in funzione della distanza a_g dall'asse del binario più vicino. Supponendo che la distanza minima da garantire da ostacolo fisso, quale può essere un fabbricato, in assenza di organi respingenti è:

$$a_g = 5.00 \text{ m};$$

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 28 di 109

a tale valore di a_g corrisponde il seguente valore dell'azione q_{1k} prodotta dal passaggio del convoglio, calcolata secondo quanto riportato nella figura successiva in base alla velocità $V = 300$ km/h e con riferimento a treni con forme aerodinamiche sfavorevoli (a vantaggio di sicurezza):

$$q_{1k} = 0.70 \text{ kN/m}^2$$



Si considerano pertanto le condizioni di carico elementari:

AerodA) pressione dovuta al passaggio dei treni in arrivo (per una fascia di 5 m);

AerodB) pressione (fascia di 5 m) e depressione (fascia di 5 m) dovuti al passaggio dei treni in avanzamento.

6.7 VARIAZIONE TERMICA

Nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto, per gli edifici, della sola componente ΔT_u , ricavandola direttamente dalla Tab. 3.5.II delle NTC 2008 che viene riportata nel seguito.

Tabella 3.5.II – Valori di ΔT_u per gli edifici

Tipo di struttura	ΔT_u
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	± 15 °C
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	± 10 °C
Strutture in acciaio esposte	± 25 °C
Strutture in acciaio protette	± 15 °C

Nel caso in esame, si tiene conto della sola componente ΔT_u e in particolare si assume $\Delta T_u = \pm 15$ °C per tutta la struttura.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 29 di 109

6.8 AZIONE SISMICA

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati convenzionalmente mediante un'analisi dinamica della struttura considerata in campo elastico lineare. Questa viene eseguita con il metodo dell'analisi modale adottando per lo spettro di risposta, in termini di accelerazione, quelli di progetto definiti dalla pericolosità sismica di base del sito.

Per quanto riguarda il livello di duttilità attesa, si stabilisce di progettare il fabbricato in accordo con un comportamento strutturale dissipativo caratterizzato da Classe di Duttilità bassa (CD" B").

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione dell'azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato mediante la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

dove:

q_0 è il valore massimo del fattore di struttura

K_R è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione.

La scelta del valore base del coefficiente di comportamento q_0 , che risulta legato alla tipologia strutturale ed al livello di duttilità attesa. Osservando le tipologie strutturali riportate al punto 7.4.3.1 – NTC2008 si evince che l'edificio in esame può essere riconducibile ad un sistema a telaio.

Pertanto, in base alla tabella 7.4.I delle NTC 2008, il coefficiente di comportamento q_0 può essere valutato come segue:

$$q_0 = 3.0 \cdot \alpha_u / \alpha_1$$

Trattandosi di una struttura a telaio ad un solo piano ed una sola campata in direzione trasversale, in accordo con il paragrafo 7.4.3.2 delle NTC 2008, si assume:

$$\alpha_u / \alpha_1 = 1.1$$

Essendo, poi, la struttura anche regolare in altezza si può assumere per K_R un valore unitario.

Pertanto il fattore di struttura al quale si farà riferimento per la definizione dello spettro di progetto SLV è $q = 3.3$.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>30 di 109</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	30 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	30 di 109								

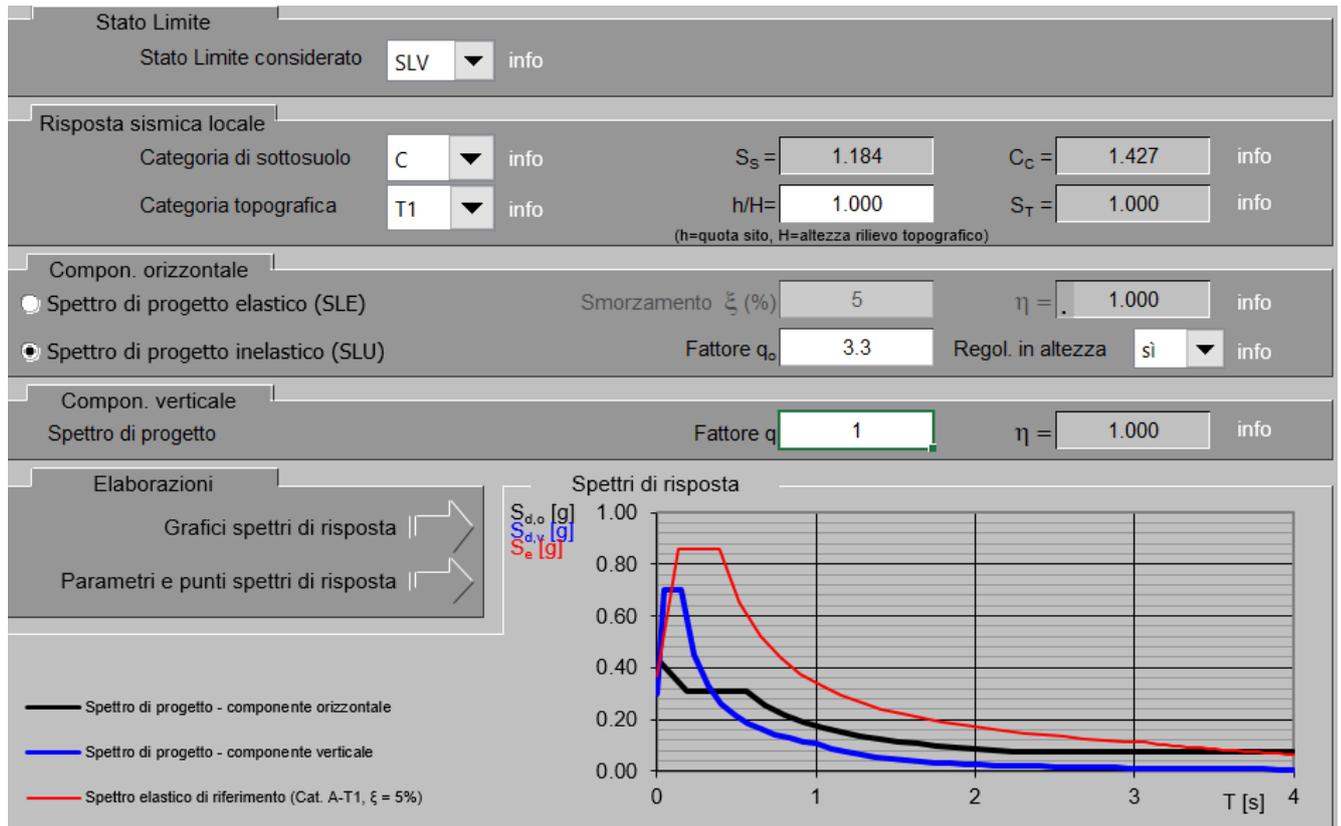


Figura 10: Azione di progetto allo SLV

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 31 di 109

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_0	0.367 g
F_0	2.346
T_C^*	0.395 s
S_S	1.184
C_C	1.427
S_T	1.000
q	3.300

Parametri dipendenti

S	1.184
η	0.303
T_B	0.188 s
T_C	0.563 s
T_D	3.067 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.434
$T_B \leftarrow$	0.188	0.309
$T_C \leftarrow$	0.563	0.309
	0.683	0.255
	0.802	0.217
	0.921	0.189
	1.040	0.167
	1.159	0.150
	1.279	0.136
	1.398	0.124
	1.517	0.115
	1.636	0.106
	1.755	0.099
	1.875	0.093
	1.994	0.087
	2.113	0.082
	2.232	0.078
	2.352	0.074
	2.471	0.073
	2.590	0.073
	2.709	0.073
	2.828	0.073
	2.948	0.073
$T_D \leftarrow$	3.067	0.073
	3.111	0.073
	3.156	0.073
	3.200	0.073
	3.245	0.073
	3.289	0.073

Figura 11: Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale allo SLV $q = 3.3$

Per le verifiche strutturali in termini di resistenza previste (C7.3.7.1 NTC08) per le strutture in classe d'uso III in condizioni SLD si definisce lo spettro di progetto con $q = 1.5$.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 32 di 109

Stato Limite
Stato Limite considerato: SLD info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo: C info $S_s = 1.500$ $C_c = 1.520$ info
 Categoria topografica: T1 info $h/H = 1.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%): 5 $\eta = 1.000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_o : 1.5 Regol. in altezza: si info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q : 1 $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta
 Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

$S_{d,o}$ [g]
 $S_{d,v}$ [g]
 S_e [g]

— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

Figura 12: Azione di progetto allo SLD

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 33 di 109

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.127 g
F_0	2.332
T_C^*	0.326 s
S_S	1.500
C_C	1.520
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.500
η	0.667
T_B	0.165 s
T_C	0.495 s
T_D	2.108 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.190
$T_B \leftarrow$	0.165	0.296
$T_C \leftarrow$	0.495	0.296
	0.572	0.256
	0.649	0.226
	0.726	0.202
	0.802	0.183
	0.879	0.167
	0.956	0.153
	1.033	0.142
	1.110	0.132
	1.186	0.124
	1.263	0.116
	1.340	0.109
	1.417	0.104
	1.494	0.098
	1.570	0.093
	1.647	0.089
	1.724	0.085
	1.801	0.081
	1.877	0.078
	1.954	0.075
	2.031	0.072
$T_D \leftarrow$	2.108	0.070
	2.198	0.064
	2.288	0.059
	2.378	0.055
	2.468	0.051
	2.558	0.047

Figura 13: Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale allo SLD $q = 1.5$

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 34 di 109

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0.097 g
F_0	2.344
T_C^*	0.310 s
S_S	1.500
C_C	1.546
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.160 s
T_C	0.479 s
T_D	1.988 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.145
$T_B \leftarrow$	0.160	0.341
$T_C \leftarrow$	0.479	0.341
	0.551	0.296
	0.623	0.262
	0.694	0.235
	0.766	0.213
	0.838	0.195
	0.910	0.179
	0.982	0.166
	1.054	0.155
	1.125	0.145
	1.197	0.136
	1.269	0.129
	1.341	0.122
	1.413	0.115
	1.485	0.110
	1.557	0.105
	1.628	0.100
	1.700	0.096
	1.772	0.092
	1.844	0.088
	1.916	0.085
$T_D \leftarrow$	1.988	0.082
	2.083	0.075
	2.179	0.068
	2.275	0.063
	2.371	0.058
	2.467	0.053

Figura 14: Parametri e punti dello spettro di risposta elastico orizzontale allo SLO

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 35 di 109

7 METODO DI PROGETTAZIONE

In accordo alle NTC 2008 la struttura in c.a. è stata verificata sia nei confronti degli stati limite ultimi e di esercizio in condizioni statiche e sismiche, tenendo conto delle condizioni di carico più gravose e valutando gli effetti delle combinazioni.

Per ogni stato limite ultimo considerato è stato verificato che non si raggiunga una condizione di stato limite ultimo, ovvero che sia rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e R_d il valore di progetto della resistenza del sistema.

Per ciascun stato limite di esercizio considerato è stato verificato che sia rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore di progetto degli effetti delle azioni e C_d è il prescritto valore limite di tale effetto.

Nello specifico, per il graticcio di travi in esame sono state effettuate le seguenti verifiche:

1. *Verifiche allo SLU di tipo strutturale (STR):*
 - Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali
2. *Verifiche SLE di tipo strutturale*
 - Verifiche delle tensioni in esercizio e verifiche di fessurazione
3. *Verifiche allo SLU di tipo geotecnico (GEO)*
 - Collasso per carico limite della fondazione

7.1 COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Per le verifiche della struttura in esame i valori delle azioni elementari sono stati combinati utilizzando i coefficienti proposti dalla normativa secondo le regole previste dalla normativa vigente:

Stati limite ultimi SLU

Combinazione fondamentale

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

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 36 di 109

Stati limite di esercizio SLE

Combinazione caratteristica (rara)

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

Combinazione frequente

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

Combinazione quasi permanente

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

Dove:

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Q copertura	0.70	0.50	0.30
Neve a quota <= 1000 m	0.50	0.20	0.00
Vento	0.60	0.20	0.00
Aerodinamico	0.80	0.50	0.00

Tabella 1: Valori dei coefficienti di combinazione

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

Tabella 2: NTC 2008 Tabella 2.6.1

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 37 di 109

8 MODELLO DI CALCOLO

8.1 DESCRIZIONE

Per l'analisi del fabbricato è stato implementato un modello di calcolo tridimensionale agli elementi finiti rappresentativo della struttura in elevazione e della relativa fondazione.

Il modello è stato realizzato ed analizzato con l'ausilio del programma di calcolo *SAP2000* della CSI. Gli elementi strutturali, travi e pilastri in elevazione e graticcio di travi rovesce in fondazione, sono stati schematizzati mediante elementi monodimensionali tipo *frame*.

Essi presentano caratteristiche geometriche e meccaniche in accordo con le proprietà reali dei materiali e delle sezioni che li rappresentano. Ciascuna asta è stata posizionata in corrispondenza dell'asse baricentrico degli elementi strutturali.

Il sistema di riferimento globale adottato è di tipo cartesiano ortogonale destro con asse delle X posto in direzione trasversale, l'asse Y in direzione longitudinale e l'asse verticale Z orientato positivo verso l'alto.

L'interazione tra terreno e struttura è stata studiata ipotizzando un comportamento elastico del terreno. L'intera struttura è poggata a terra su un letto di molle alla Winkler la cui rigidità viene assegnata per unità di lunghezza di elemento. Il coefficiente di fondazione adottato nel modello è pari a $K = 15000 \text{ kN/m}^3$.

L'analisi degli effetti dovuti all'azione sismica prevede la definizione delle masse strutturali corrispondenti con i carichi caratteristici permanenti strutturali e non strutturali e un'aliquota c del carico variabile in copertura.

La presenza del solaio di copertura è stata modellata mediante la definizione di elementi piani a comportamento membranale di spessore 80mm al livello del piano.

L'assegnazione dei carichi alle travi è stata effettuata sulla base della tessitura dei solai secondo il criterio della larghezza d'influenza.

In condizioni sismiche è stata considerata un'eccentricità del centro di massa in ogni direzione pari al 5% della dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo:

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 38 di 109

3-D View

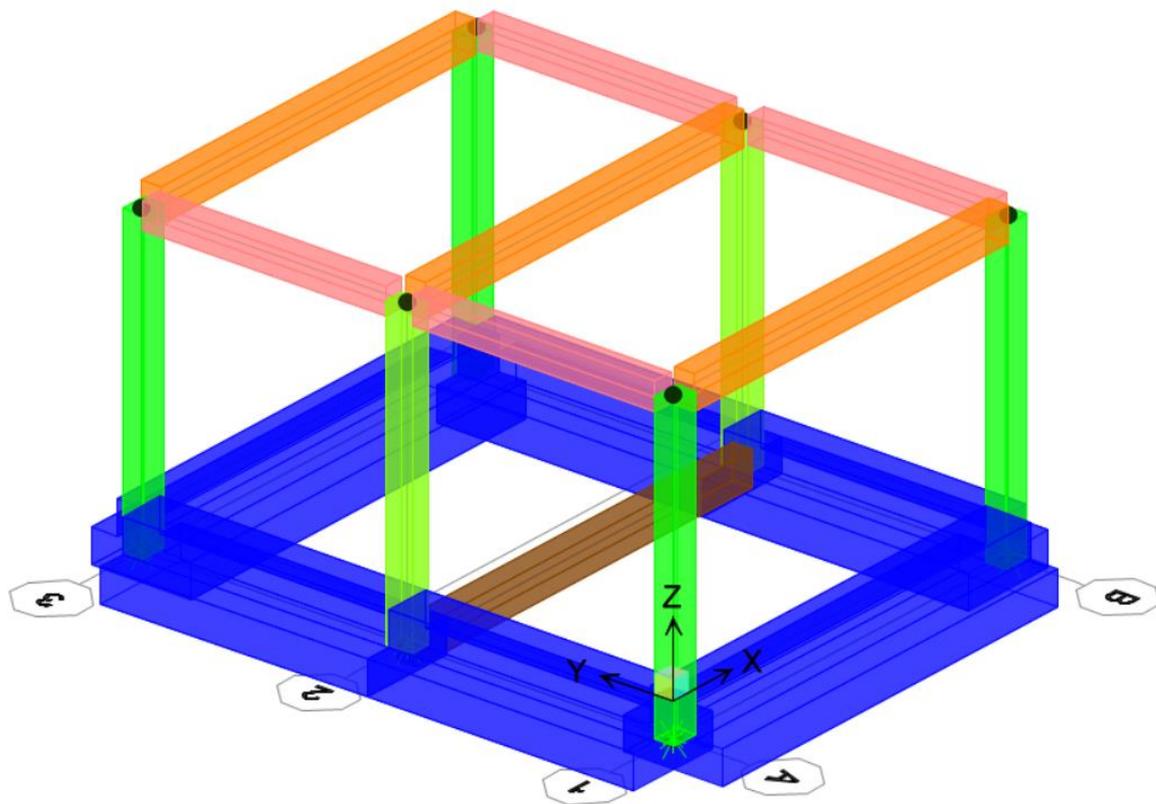


Figura 15: Modello di calcolo, vista assometrica elementi estrusi

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 39 di 109

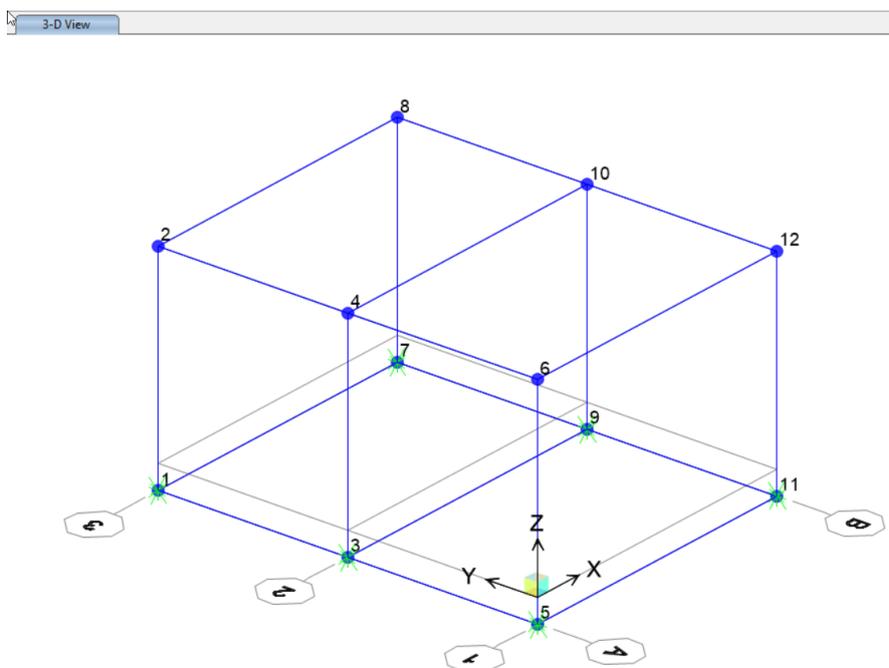


Figura 16: Modello di calcolo, numerazione nodi

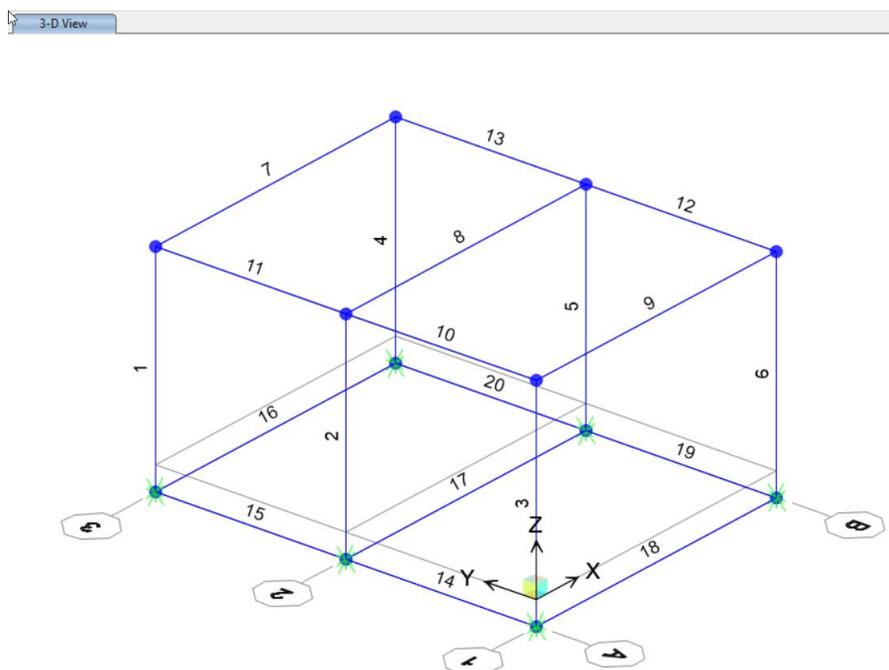


Figura 17: Modello di calcolo, numerazione aste

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 40 di 109

8.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Stati limite ultimi di esercizio

	G1	G2	Q	NEVE	VENTO	Aerod_a	Aerod_b	Dtuni	SLVH_X	SLVH_Y
SLU01	1.30	1.30	1.50	0.75	0.90	1.20		0.90		
SLU02	1.30	1.30	1.05	1.50	0.90	1.20		0.90		
SLU03	1.30	1.30	1.05	0.75	1.50	1.20		0.90		
SLU04	1.30	1.30	1.05	0.75	0.90	1.50		0.90		
SLU05	1.30	1.30	1.05	0.75	1.50	1.20		1.50		
SLU06	1.30	1.30	1.50	0.75	0.90		1.20	0.90		
SLU07	1.30	1.30	1.05	1.50	0.90		1.20	0.90		
SLU08	1.30	1.30	1.05	0.75	1.50		1.20	0.90		
SLU09	1.30	1.30	1.05	0.75	0.90		1.50	0.90		
SLU10	1.30	1.30	1.05	0.75	1.50		1.20	1.50		
SLU11	1.30	1.30	1.50	0.75	0.90	1.20		-0.90		
SLU12	1.30	1.30	1.05	1.50	0.90	1.20		-0.90		
SLU13	1.30	1.30	1.05	0.75	1.50	1.20		-0.90		
SLU14	1.30	1.30	1.05	0.75	0.90	1.50		-0.90		
SLU15	1.30	1.30	1.05	0.75	1.50	1.20		-1.50		
SLU16	1.30	1.30	1.50	0.75	0.90		1.20	-0.90		
SLU17	1.30	1.30	1.05	1.50	0.90		1.20	-0.90		
SLU18	1.30	1.30	1.05	0.75	1.50		1.20	-0.90		
SLU19	1.30	1.30	1.05	0.75	0.90		1.50	-0.90		
SLU20	1.30	1.30	1.05	0.75	1.50		1.20	-1.50		

Figura 18: Coefficienti di combinazione per verifiche SLU

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 41 di 109

Stati limite ultimi sismici

	G1	G2	Q	NEVE	VENTO	Aerod_a	Aerod_b	Dtuni	SLVH_X	SLVH_Y
SLV01	1.0	1.0	0.3						1.0	0.3
SLV02	1.0	1.0	0.3						0.3	1.0

Figura 19: Coefficienti di combinazione per verifiche SLV

	G1	G2	Q	NEVE	VENTO	Aerod_a	Aerod_b	Dtuni	SLVH_X	SLVH_Y
SLV01fond	1.0	1.0	0.3						1.1	0.33
SLV02fond	1.0	1.0	0.3						0.33	1.1

Figura 20: Coefficienti di combinazione per verifiche SLV-fond

Stati limite d'esercizio sismici

	G1	G2	Q						SLDH_X	SLDH_Y
SLD01	1.0	1.0	0.3						1.0	0.3
SLD02	1.0	1.0	0.3						0.3	1.0

Figura 21: Coefficienti di combinazione per verifiche SLD

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 42 di 109

Stati limite d'esercizio non simici

	G1	G2	Q	NEVE	VENTO	Aerod_a	Aerod_b	Dtuni
RAR01	1.00	1.00	1.00	0.50	0.60	0.80		0.60
RAR02	1.00	1.00	0.70	1.00	0.60	0.80		0.60
RAR03	1.00	1.00	0.70	0.50	1.00	0.80		0.60
RAR04	1.00	1.00	0.70	0.50	0.60	1.00		0.90
RAR05	1.00	1.00	0.70	0.50	1.00	0.80		1.00
RAR06	1.00	1.00	1.00	0.50	0.60		0.80	0.60
RAR07	1.00	1.00	0.70	1.00	0.60		0.80	0.60
RAR08	1.00	1.00	0.70	0.50	1.00		0.80	0.60
RAR09	1.00	1.00	0.70	0.50	0.60		1.00	0.90
RAR10	1.00	1.00	0.70	0.50	1.00		0.80	1.00
RAR11	1.00	1.00	1.00	0.50	0.60	0.80		-0.60
RAR12	1.00	1.00	0.70	1.00	0.60	0.80		-0.60
RAR13	1.00	1.00	0.70	0.50	1.00	0.80		-0.60
RAR14	1.00	1.00	0.70	0.50	0.60	1.00		-0.90
RAR15	1.00	1.00	0.70	0.50	1.00	0.80		-1.00
RAR16	1.00	1.00	1.00	0.50	0.60		0.80	-0.60
RAR17	1.00	1.00	0.70	1.00	0.60		0.80	-0.60
RAR18	1.00	1.00	0.70	0.50	1.00		0.80	-0.60
RAR19	1.00	1.00	0.70	0.50	0.60		1.00	-0.90
RAR20	1.00	1.00	0.70	0.50	1.00		0.80	-1.00

Figura 22: Coefficienti di combinazione per verifiche in condizioni RARE

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>43 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	43 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	43 di 109								

	G1	G2	Q	NEVE	VENTO	Aerod_a	Aerod_b	Dtuni
FREQ-01	1.00	1.00	0.50					
FREQ-02	1.00	1.00	0.30	0.20				
FREQ-03	1.00	1.00	0.30		0.20			
FREQ-04	1.00	1.00	0.30			0.50		
FREQ-05	1.00	1.00	0.30				0.50	
FREQ-06	1.00	1.00	0.30					0.50
FREQ-07	1.00	1.00	0.30					-0.50

Figura 23: Coefficienti di combinazione per verifiche in condizioni FREQUENTI

	G1	G2	Q	NEVE	VENTO	Aerod_a	Aerod_b	Dtuni
QPERM-01	1.00	1.00	0.30					

Figura 24: Coefficienti di combinazione per verifiche in condizioni QUASI PERMANENTI

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 44 di 109

9 RISULTATI DELLE ANALISI

Si riportano di seguito i principali risultati delle analisi svolte

9.1 ANALISI MODALE

I risultati dell'analisi modale espressi in termini di periodi di vibrazione e masse eccitate sono riportati in *Figura 25*. Il numero dei modi considerati è sufficiente ad eccitare una massa superiore all'85% della massa totale.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios												
OutputCase	StepType	StepNui	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.33813	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.02	0.00	0.00
MODAL	Mode	2	0.33167	0.99	0.00	0.00	0.99	1.00	0.00	0.00	0.03	0.00
MODAL	Mode	3	0.28561	0.00	0.00	0.00	0.99	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
MODAL	Mode	4	0.07912	0.01	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.97	0.00
MODAL	Mode	5	0.07032	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.98	0.00	0.00
MODAL	Mode	6	0.06432	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MODAL	Mode	7	0.03900	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MODAL	Mode	8	0.01832	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MODAL	Mode	9	0.01637	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MODAL	Mode	10	0.01269	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MODAL	Mode	11	0.00558	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MODAL	Mode	12	0.00537	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 25: Sintesi masse eccitate

Nelle successive figure si riporta una schema delle prime tre forme modali principali.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 45 di 109

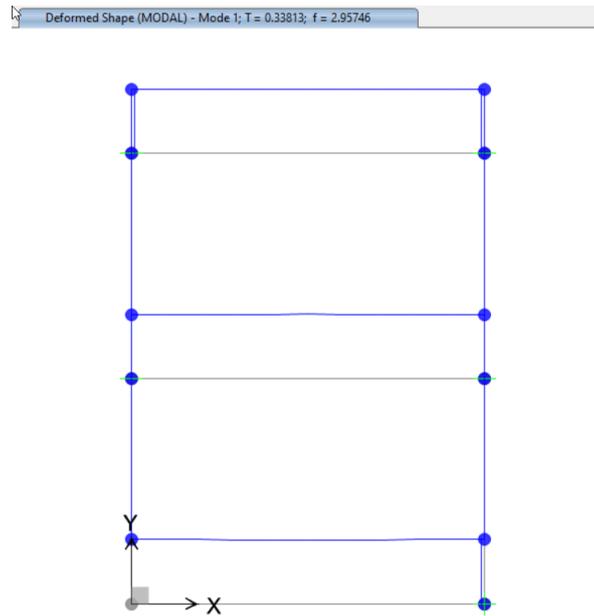


Figura 26: Forma modale 1 (dir. X); vista in pianta

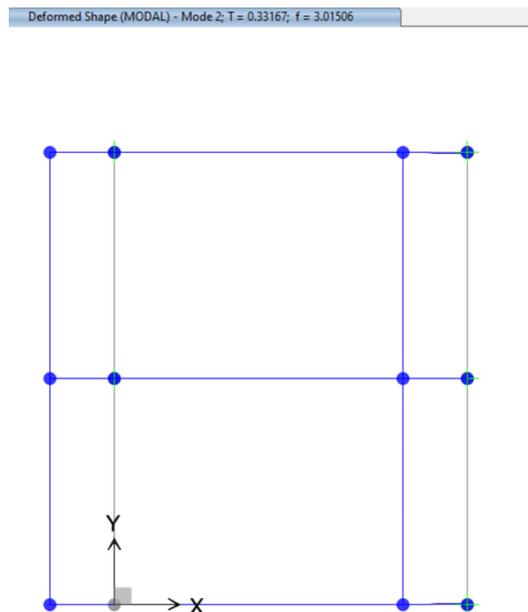


Figura 27: Forma modale 2 ; vista in pianta

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 46 di 109

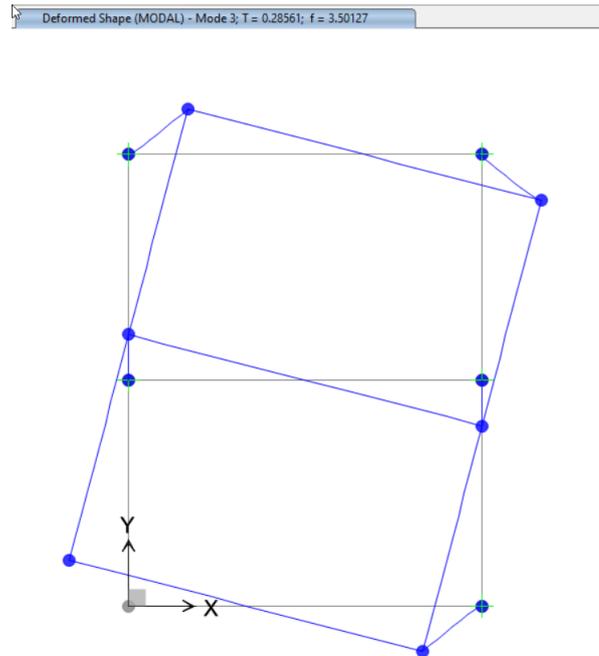


Figura 28: Forma modale 3 (dir. Y); vista in pianta

9.2 SPOSTAMENTI

9.2.1 Stato limite SLV

Gli spostamenti d_E della struttura sotto l'azione sismica di progetto allo SLV si ottengono moltiplicando per il fattore μ_d i valori d_{Ee} ottenuti dall'analisi lineare dinamica secondo l'espressione (7.3.8 NTC08) di seguito riportata :

$$d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee} \quad (7.3.8)$$

dove

$$\begin{aligned} \mu_d &= q & \text{se } T_1 \geq T_c \\ \mu_d &= 1 + (q-1) \cdot T_c / T_1 & \text{se } T_1 < T_c \end{aligned} \quad (7.3.9)$$

In ogni caso $\mu_d \leq 5q - 4$.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 47 di 109

Nel caso in esame sui nodi in testa ai pilastri si ottengono i seguenti spostamenti orizzontali massimi lungo le due direzioni principali dell'edificio :

Periodo	T_c	0.563 sec
Fattore di struttura	q	3.3 -
Direzione	X - Trasversale	
Periodo proprio	T_1	0.338 sec
spost. da analisi lineare	d_{Ee}	9 mm
	μd	4.83
	d_E	43 mm
Direzione	Y - Longitudinale	
Periodo proprio	T_1	0.332 sec
spost. da analisi lineare	d_{Ee}	9.2 mm
	μd	4.90
	d_E	45 mm

9.2.2 Stato limite di operatività SLO

Per la costruzione in esame, ricadente in classe d'uso III, si verifica che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi senza funzione strutturale, e segnatamente alle tamponature, tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

A tal fine si controlla che lo spostamento relativo d'interpiano ottenuto dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto allo SLO siano inferiori ai 2/3 dei limiti previsti per lo stato limite di danno (SLD).

Per tamponamenti progettati in modo da subire danni a seguito di spostamenti di interpiano dr_p , lo spostamento limite dr deve risultare:

$$dr < dr_p < dr_{limite} = 2/3 \times 0.01h = 0.67\%$$

Nel caso in esame con un'altezza di interpiano pari a 3.85m, risulta

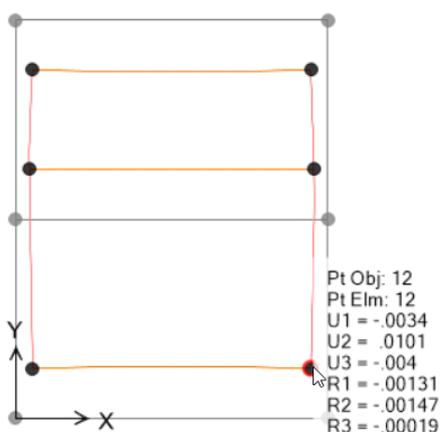
$$dr < 2/3 \times 3850\text{mm}/100 = 26 \text{ mm}$$

In condizioni sismiche SLO02 il valore massimo dello spostamento di interpiano vale:

$$dr = 10\text{mm} < dr_{lim} \quad \text{verifica soddisfatta}$$

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 48 di 109

Deformed Shape (SLO02 - Max/Min)



9.3 NON LINEARITA' GEOMETRICHE

Per quanto concerne le non linearità geometriche sono prese in conto, quando necessario, attraverso il fattore θ di seguito definito. In particolare, per le costruzioni civili ed industriali esse possono essere trascurate nel caso in cui risulti:

$$\theta = \frac{P \cdot d_r}{V \cdot h} \leq 0.1$$

dove:

P è il carico verticale totale agente;

d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano;

V è la forza orizzontale totale agente;

h è l'altezza di interpiano

Nel caso in esame il rapporto θ risulta inferiore a 0.1, è possibile pertanto trascurare le non linearità geometriche.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 49 di 109

SLV_01

P 692.5 kN
dr 45 mm
V 235 kN
h 3850 mm

θ 0.03 \leq 0.1
ok

TABLE: Section Cut Forces - Analysis							
SectionCut	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	Unitles	KN	KN	KN
SCUT1	SLV02	Combination	Min		-67.30	-225.63	-692.47

9.4 SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito i digrammi di involuppo delle principali caratteristiche della sollecitazione ottenute agli stati limite ultimi SLU e SLV.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 50 di 109

9.4.1 ELEVAZIONE

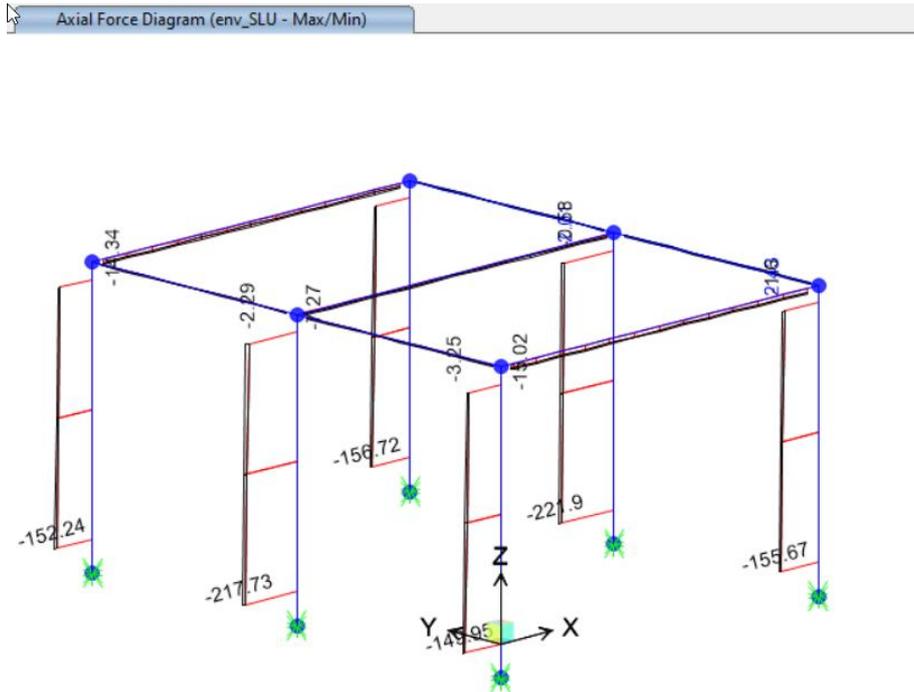
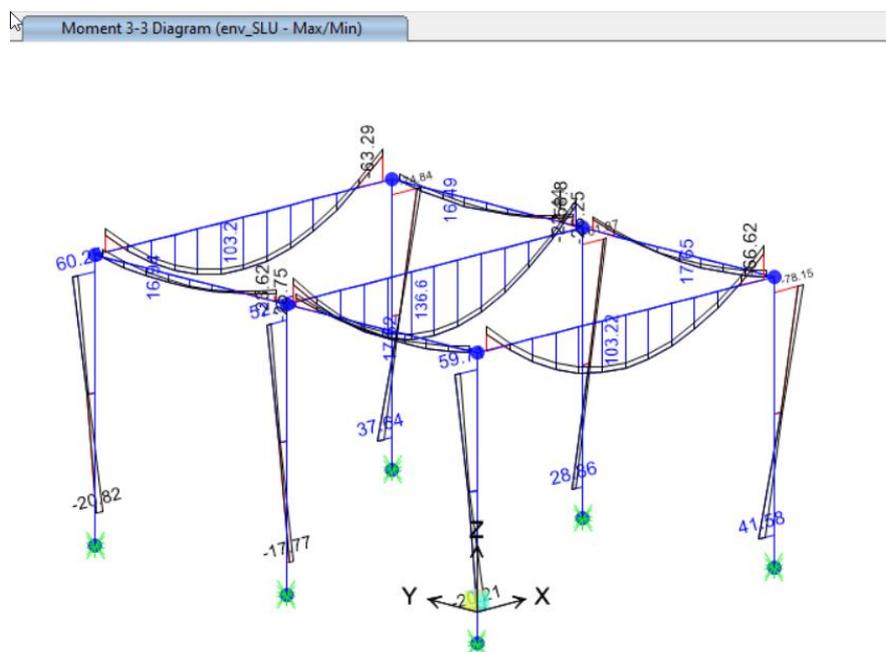


Figura 29: Diagramma sforzo normale N; comb. env_SLU



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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 51 di 109

Figura 30: Diagramma momento flettente M3; comb. env_SLU

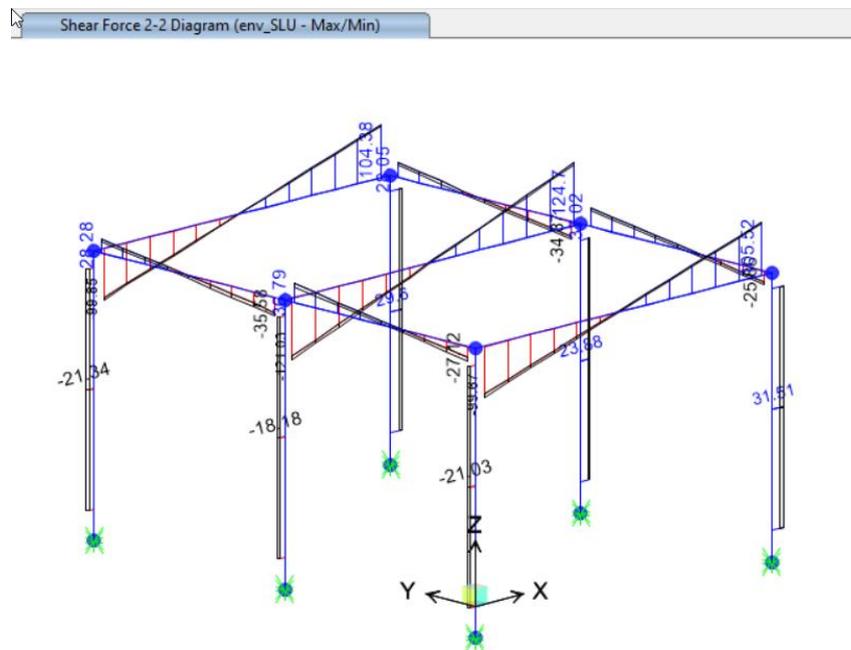
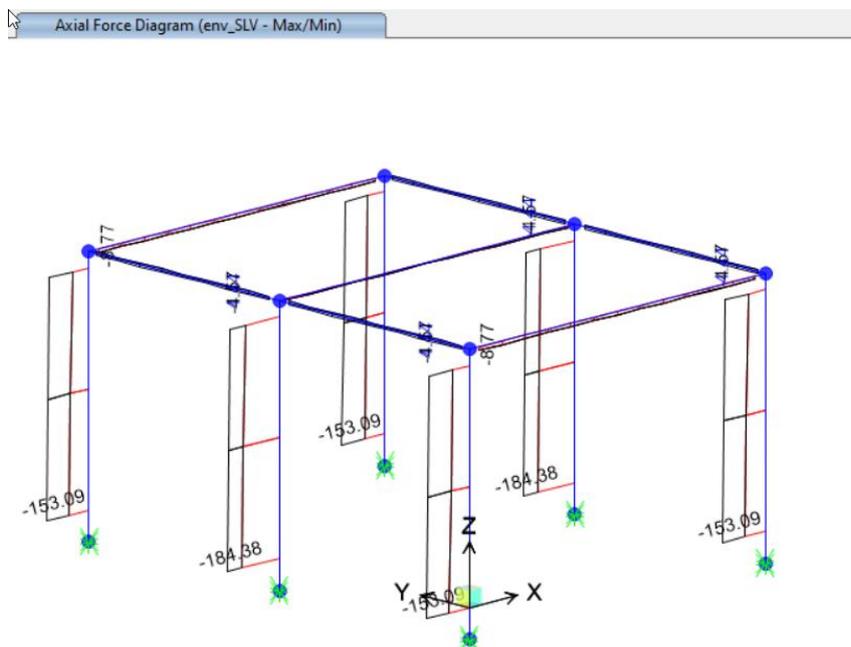


Figura 31: Diagramma forza di taglio V2; comb. env_SLU



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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 53 di 109

Figura 34: Diagramma forza di taglio V2; comb. env_SLV

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 54 di 109

9.4.2 FONDAZIONI

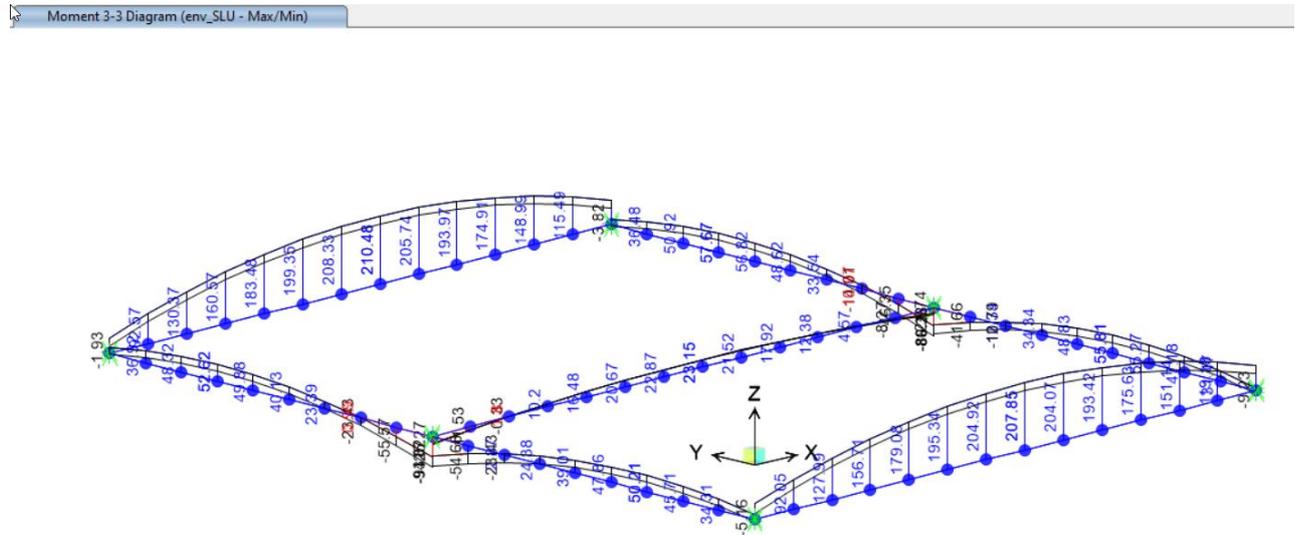


Figura 35: Diagramma momento flettente M3; comb. env_SLU

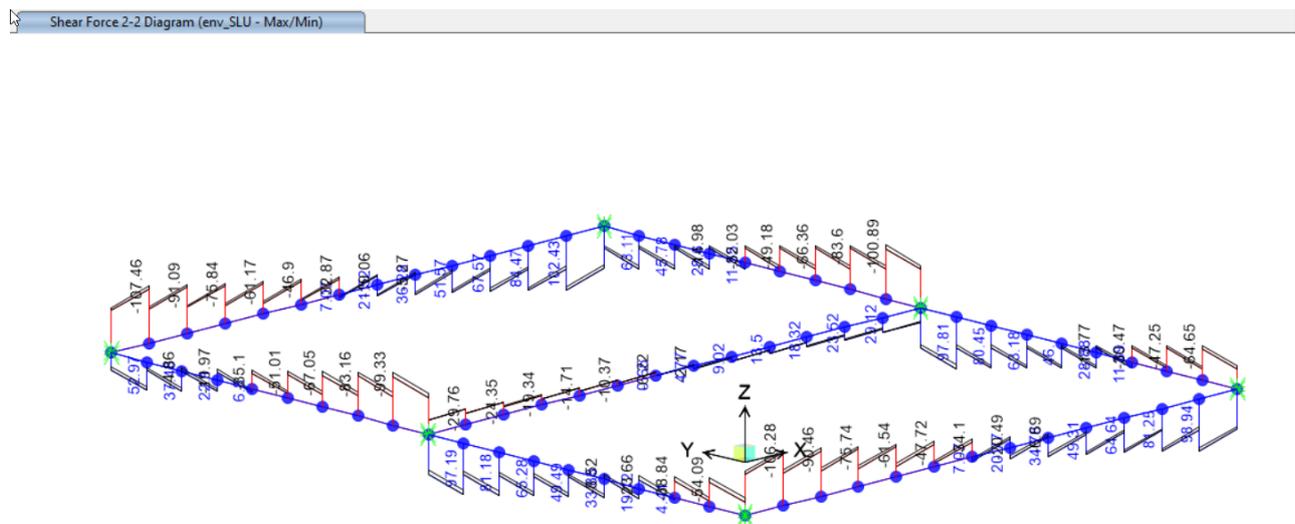


Figura 36: Diagramma forza di taglio V2; comb. env_SLU

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>56 di 109</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	56 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	56 di 109								

Shear Force 2-2 Diagram (env_SLVFOND - Max/Min)

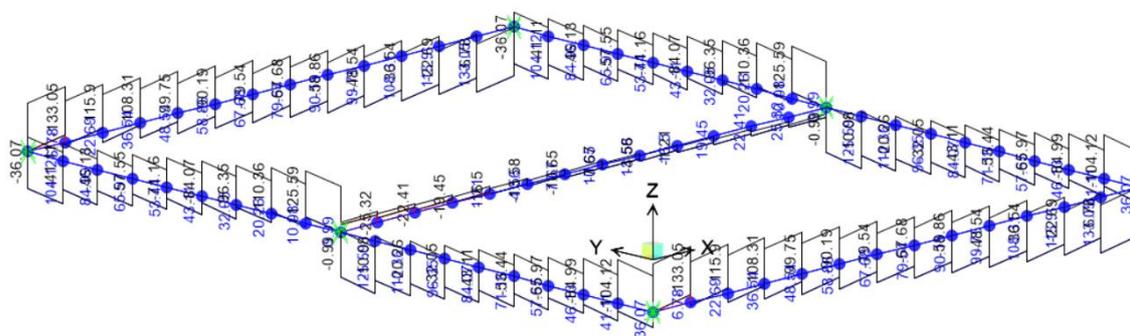


Figura 39: Diagramma forza di taglio V2; comb. env_SLVfond

Torsion Diagram (env_SLVFOND - Max/Min)

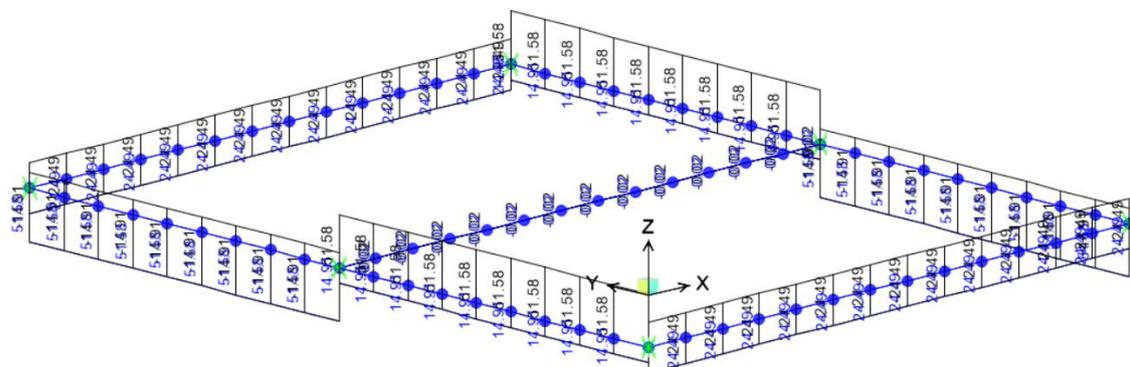


Figura 40: Diagramma momento torcente T; comb. env_SLVfond

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 57 di 109

10 VERIFICHE STRUTTURALI

10.1 CRITERI DI VERIFICA

10.1.1 Stati limite ultimi

Verifica pressoflessione:

La verifica agli SLU è stata realizzata attraverso il calcolo dei domini di interazione N-M, ovvero il luogo dei punti rappresentativi di sollecitazioni che portano in crisi la sezione di verifica secondo i criteri di resistenza da normativa.

Nel calcolo dei domini sono state mantenute le consuete ipotesi, tra cui:

- conservazione delle sezioni piane
- legame costitutivo del calcestruzzo parabola-rettangolo non reagente a trazione, con plateau ad una deformazione del 2‰ e rottura al 3.5‰ ($\sigma_{max} = 0.85 \times 0.83 \times R_{ck} / 1.5$)
- legame costitutivo dell'armatura d'acciaio elasto-perfettamente plastico con deformazione limite di rottura al 10‰ ($\sigma_{max} = f_{yk} / 1.15$)

Nelle condizioni di stato limite ultimo (SLU) è stato verificato che il momento ultimo della sezione M_{Rd} risulti maggiore del momento di calcolo agente M_{Ed} , ricavando il relativo coefficiente di sicurezza D/C

La resistenza di progetto delle membrature in c.a. è valutata in accordo alle regole definite al cap. 4 delle NTC08.

Per verificare che i singoli elementi strutturali e la struttura nel suo complesso possiedano una duttilità coerente con il fattore di struttura q adottato, si applicano le regole di progetto specifiche e di gerarchia delle resistenze indicate per la tipologia costruttiva in esame.

Requisiti strutturali degli elementi di fondazione

Le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'opera condotta esaminando la struttura in elevazione alla quale sono state applicate le azioni statiche e sismiche.

La struttura è stata progettata in classe di duttilità di tipo B. In accordo al punto 7.2.5 delle NTC08 il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno è stato eseguito assumendo come azioni in fondazione quelle ottenute dall'analisi sismica amplificate per $\gamma_{Rd} = 1.1$.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 58 di 109

Verifica a torsione e taglio delle travi di fondazione

Nella verifica a torsione e taglio sono presi in considerazione il contributo della resistenza del conglomerato e la resistenza dell'armatura trasversale.

Perché la verifica del cls sia soddisfatta deve essere verificata la seguente condizione:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rcd}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rcd}} \leq 1$$

in cui:

T_{Ed} : valore di calcolo del momento torcente agente

T_{Rcd} : valore della resistenza a torsione del calcestruzzo

V_{Ed} : valore di calcolo dello sforzo di taglio agente

V_{Rcd} : valore della resistenza a taglio del calcestruzzo d'anima

La resistenza a torsione del calcestruzzo si calcola con:

$$T_{Rcd} = 2 A t f'_{cd} \operatorname{ctg}\theta / (1 + \operatorname{ctg}^2\theta)$$

in cui:

$t = A_c/u$: spessore della sezione cava

A_c : area della sezione

u : perimetro della sezione

$f'_{cd} = 0.5f_{cd}$: resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

θ : inclinazione delle bielle compresse di cls rispetto all'asse della trave (posto $\theta=45^\circ$)

α : inclinazione delle staffe $\alpha=90^\circ$

La resistenza a taglio del calcestruzzo si calcola con:

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

in cui:

d : altezza utile della sezione

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 59 di 109

b_w : larghezza minima della sezione

$\alpha=1$: coefficiente maggiorativo

La resistenza dell'armatura trasversale a "taglio trazione" è pari a:

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

in cui:

A_{sw} : area dell'armatura trasversale resistente a taglio

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

$$f_{ywd} = f_{yk}/1.15 = 391.3 \text{ N/mm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{Per acciaio B450C}$$

Perché la verifica a taglio sia soddisfatta deve essere verificata la seguente condizione:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \geq V_{Ed}$$

Con riferimento alle staffe trasversali la resistenza a torsione si calcola

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot \frac{A_s}{s} \cdot f_{yd} \cdot ctg\theta$$

Con riferimento all'armatura longitudinale la resistenza si calcola con

$$T_{Rld} = 2 A \Sigma A_l / u_m f_{yd} / ctg\theta$$

in cui:

A_s : area dell'armatura trasversale resistente a torsione (1 braccio)

A : area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico

u_m : perimetro medio del nucleo resistente

s : passo delle staffe

ΣA_l area complessiva delle barre longitudinali

Perché la verifica a torsione sia soddisfatta deve essere verificata la seguente condizione:

$$T_{Rd} = \min(T_{Rsd}, T_{Rcd}, T_{Rld}) \geq T_{Ed}$$

in cui T_{Rld} è la resistenza a torsione dell'armatura longitudinale.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 60 di 109

10.1.2 Stati limite di esercizio

Verifica di fessurazione:

Per assicurare la funzionalità e la durabilità delle strutture è stato controllato che non venisse superato uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione.

Nel caso in esame i valori limite per l'ampiezza delle fessure risultano:

a. Elevazione e travi di fondazione

condizioni ambientali;	Ordinarie
tipologia armature:	poco sensibili
comb. freq.	$w \leq w_2 = 0.4\text{mm}$
comb. qperm.	$w \leq w_1 = 0.3\text{mm}$

Verifica delle tensioni in esercizio :

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristiche e quasi permanente della azioni, sono state calcolate le massime tensioni nel calcestruzzo e nelle armature verificando che risultino inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati:

Cls C25/30

comb. rara	$\sigma_{cls} +: < 0.60f_{ck} = 14.9 \text{ N/mm}^2$
comb. qperm.	$\sigma_{cls} +: < 0.45f_{ck} = 11.2 \text{ N/mm}^2$

Cls C28/35

comb. rara	$\sigma_{cls} +: < 0.60f_{ck} = 17.4 \text{ N/mm}^2$
comb. qperm.	$\sigma_{cls} +: < 0.45f_{ck} = 13.07 \text{ N/mm}^2$

Acciaio B450C

comb. rara	$\sigma_{acc} - < 0.80f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$
------------	--

Per le costruzioni di classe III, per limitare i danneggiamenti strutturali deve essere verificato che il valore di progetto di ciascuna sollecitazione (E_d) calcolato in presenza di azioni sismiche corrispondenti allo SLD ed attribuendo a η il valore $2/3$, sia inferiore al corrispondente valore

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 61 di 109

della resistenza (R_d) di progetto calcolata secondo le regole specifiche al cap. 4 delle NTC08 con riferimento alle situazioni eccezionali.

10.2 SOLAI

10.2.1 SCHEMA DI CALCOLO

Per le analisi del solaio si adotta lo schema statico di trave continua a due campate soggetta ad un carico verticale uniformemente distribuito relativo alle diverse azioni elementari.

La luce delle campate, misurata in asse appoggi, risulta pari a 4.05m.

Si riportano di seguito le principali caratteristiche.

Tipologia: Solaio in latero cemento con cassero a *predalle*

Geometria Lastre di larghezza $b=1.2m$ $H= 20cm [4+12+4]$

Larghezza travetti/modulo: n.ro 2 travetti laterali $b = 0.13m$ e uno centrale con $b=0.14m$

Interasse travetti: $i = 0.40m$

Schema statico: trave continua a 2 campate

Condizioni elementari di carico

Peso proprio $G1 = 3.0 kN/mq$

Sovraccarico permanente $G2 = 3.0 kN/mq$

Carico variabile (PD :neve, effetti locali) $Q_n = 2.84 kN/mq$ ($\Psi_0 =0.5$; $\Psi_0 =0.2$; $\Psi_0 =0$)

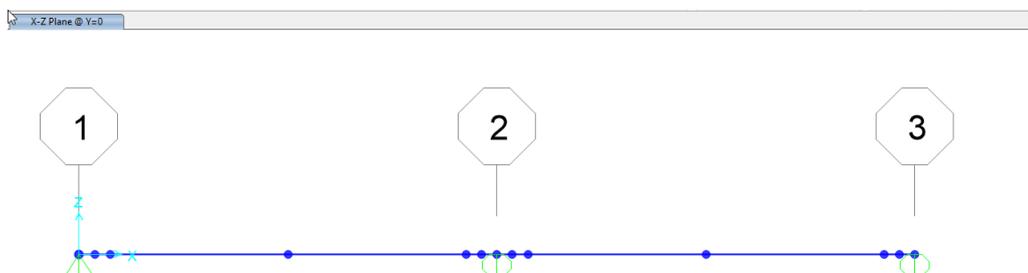


Figura 41: Schema statico solaio copertura

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 62 di 109

Le condizioni elementari di carico sono state combinate secondo i coefficienti di normativa definendo le configurazioni più gravose ai fini delle sollecitazioni di flessione e taglio sugli elementi.

Carico totale SLU:	$1.3(G1+G2) + 1.5 Q_n =$	12.06 kN/mq
Carico totale SLE-rar:	$G1+G2 + Q =$	8.84 kN/mq
Carico totale SLE-freq:	$G1+G2 + 0.2Q =$	6.57 kN/mq
Carico totale SLE-qperm:	$G1+G2 =$	6.00 kN/mq

10.2.2 SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito i diagrammi di involucro delle sollecitazioni di flessione e taglio allo stato limite ultimo e raro riferiti ad una fascia di solaio di larghezza 0.4m di competenza di ogni singolo travetto.

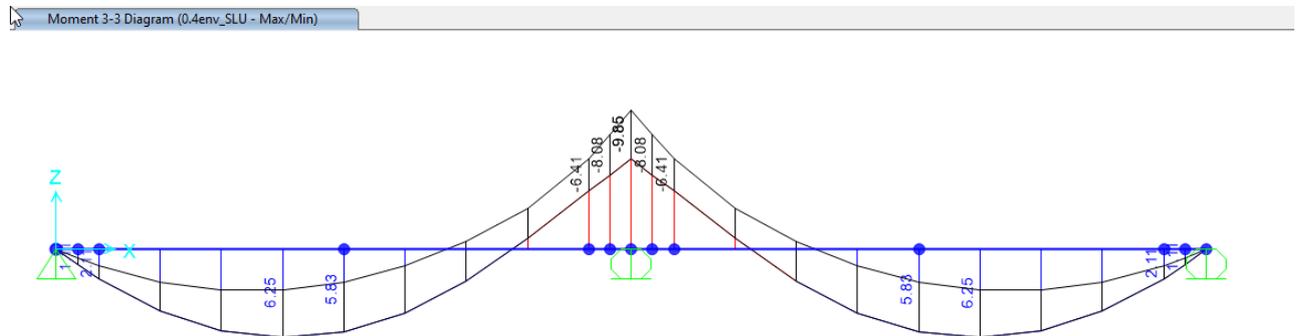


Figura 42: Diagramma momento flettente M3 – involucro SLU [kNm]

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 63 di 109

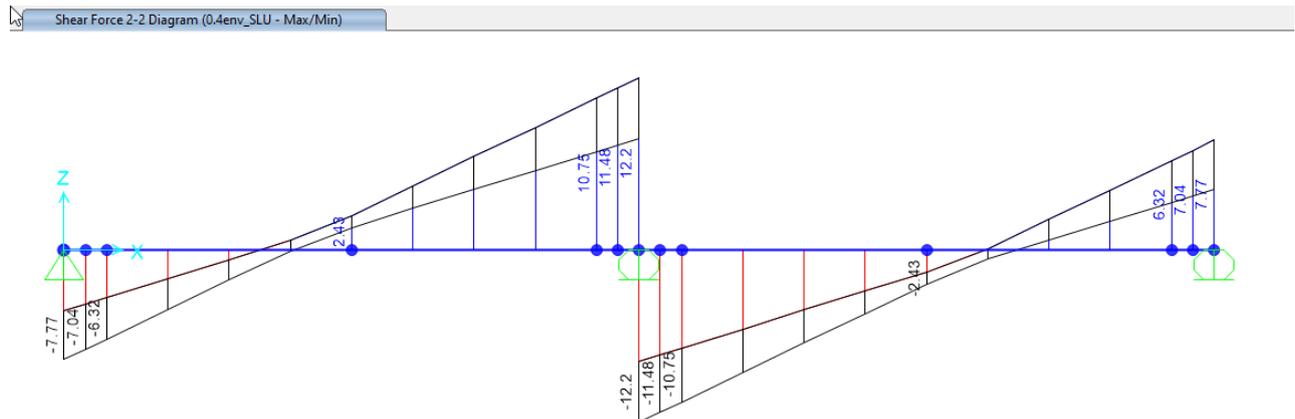


Figura 43: Diagramma forza di taglio V2 – involucro SLU [kNm]

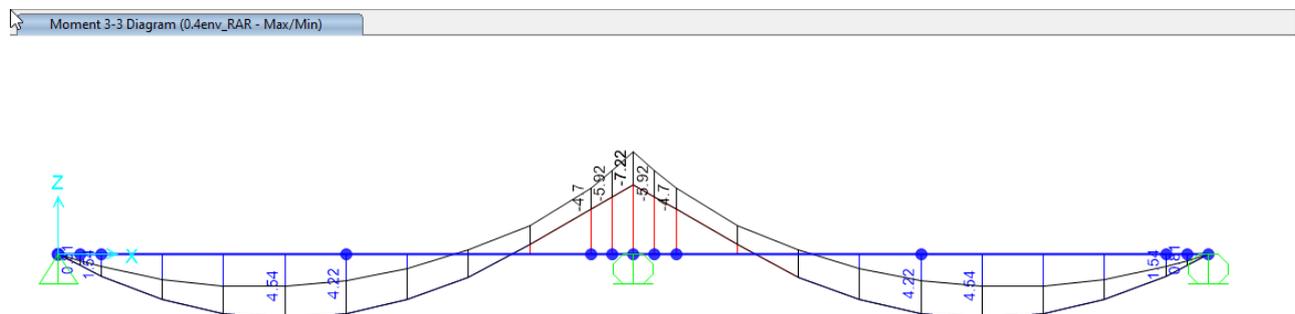


Figura 44: Diagramma momento flettente M3 – involucro SLE-rara [kNm]

10.2.3 VERIFICHE DI RESISTENZA

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza nelle due sezioni caratteristiche in campata e in appoggio che risultano essere maggiormente sollecitate.

Per facilitare la lettura delle tabelle di sintesi delle verifiche di resistenza si riporta una legenda con i simboli e le convenzioni adottate.

b, h: larghezza ed altezza della sezione trasversale dell'elemento esaminato

A_a : armatura lato intradosso

A'_a : armatura lato estradosso

M_{Rd} : momento flettente resistente ultimo della sezione

APPALTATORE:	 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO			
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 64 di 109

- M_{Ed} : momento flettente di calcolo
 $\sigma_{cls} +$: tensione massima di compressione nel cls
 $\sigma_{acc} -$: tensione massima di trazione nelle barre di acciaio
 w : apertura fessure [-] : sezione non fessurata

La convenzione adottata per le sollecitazioni è:

- $N > 0$ forza assiale di trazione
 $M > 0$ tende le fibre inferiori
 $\sigma_{cls} +$: massima tensione nel cls [>0 compressione]
 $\sigma_{acc} -$: massima tensione nelle barre di acciaio [>0 compressione]
 $\sigma_{cls} -=$ minima tensione nel cls [>0 compressione]

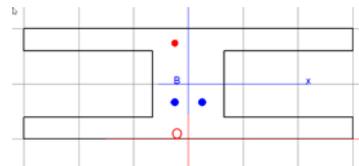
APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>65 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	65 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	65 di 109								

10.2.3.1 CAMPATA

Sezione **C1**

Carpenteria		
b	h	Acls
mm	mm	m ²
400	40	0.02
130	120	0.02
400	40	0.02
200		0.05

Copriferro	
lato	c [mm]
Inferiore	55
Superiore	35



Materiali	
Barre acciaio	
Tipo	B450C
f_{yk}	450.0 N/mm ²
γ_M	1.15 -
f_{yd}	391.3 N/mm ²

Calcestruzzo	
Tipo	C28/35
f_{ck}	29.1 N/mm ²
R_{ck}	35.0 N/mm ²
γ_M	1.50 -
f_{cd}	16.5 N/mm ²

Tensioni limite		
Acciaio	Cls	
rar	rar	qperm
0.8 f_{yk}	0.6 f_{ck}	0.45 f_{ck}
360.0	17.4	13.1

Armature				
Lato Inferiore				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
2	12	226	61	
		0		
		0		
Aa,tot = 226				0.47

Lato Superiore				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
1	12	113	41	
		0		
		0		
Aa,tot = 113				0.24

Verifica presso/tenso flessione

Verifica Stato Limite Ultimo

Lato teso	Elem	Sez.	Comb	N_{Ed}	$M_{Ed,x}$
-	-	-	[-]	[kN]	[kNm]
Inferiore	Camp	0.0	SLU	0.0	6.3

M_{Rd}	C/D	esito
[kNm]	[-]	
12.6	2.02	VERIFICA SODDISFATTA

Verifiche Stato Limite d'Esercizio

Combinazioni RARE

Lato teso	Elem	Sez.	Comb	N	Mx
-	-	-	[-]	[kN]	[kNm]
Inferiore	Camp	0.0	RARA	0.0	4.5

σ_{cls}^+	σ_{acc}
[N/mm ²]	[N/mm ²]
4.5	-160.3
D / C	
0.26	0.45
esito	ok

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>66 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	66 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	66 di 109								

Combinazioni FREQUENTI

Lato teso	Elem	Sez.	Comb	N	Mx
	-	-	[-]	[kN]	[kNm]
Inferiore	Camp	0	FREQ	0.0	3.1

σ_{cls}^+	σ_{acc}^-	w	wlim
[N/mm ²]	[N/mm ²]	[mm]	mm
3.1	-110.1	n.f.	0.400

D / C
esito

Combinazioni QUASI PERMANENTI

Lato teso	Elem	Sez.	Comb	N	Mx
	-	-	[-]	[kN]	[kNm]
Inferiore	Camp	0.0	QPERM	0.0	2.8

σ_{cls}^+	σ_{acc}^-	w	wlim
[N/mm ²]	[N/mm ²]	[mm]	mm
2.8	-97.8	n.f.	0.300

D / C
esito
ok

10.2.3.2 APPOGGIO

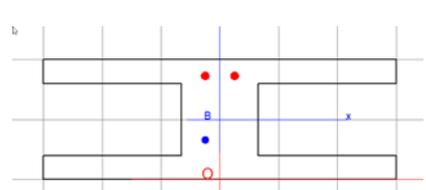
Sezione **C2**

Carpenteria

b	h	Acls
mm	mm	m ²
400	40	0.02
130	120	0.02
400	40	0.02
	200	0.05

Copriferro

lato	c [mm]
Inferiore	55
Superiore	35



Materiali

Barre acciaio	
Tipo	B450C
f_{yk}	450.0 N/mm ²
γ_M	1.15 -
f_{yd}	391.3 N/mm ²

Calcestruzzo	
Tipo	C28/35
f_{ck}	29.1 N/mm ²
R_{ck}	35.0 N/mm ²
γ_M	1.50 -
f_{cd}	16.5 N/mm ²

Tensioni limite		
Acciaio	Cls	
	rar	qperm
0.8 f_{yk}	0.6 f_{ck}	0.45 f_{ck}
360.0	17.4	13.1

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>67 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	67 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	67 di 109								

Armature

Lato Inferiore				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
1	14	154	62	
		0		
		0		
Aa,tot =		154		0.32

Lato Superiore				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
2	12	226	41	
		0		
		0		
Aa,tot =		226		0.47

Verifica presso/tenso flessione

Verifica Stato Limite Ultimo

Lato teso	Elem	Sez.	Comb	N _{Ed}	M _{Ed,x}
-	-	-	[-]	[kN]	[kNm]
Superiore	Appog	0.0	SLU	0.0	-9.9
Superiore	Appog	0.0	SLV	0.0	0.0

M _{Rd}	C/D	esito
[kNm]	[-]	
-15.9	1.61	VERIFICA SODDISFATTA
	#DIV/0!	#DIV/0!

Verifiche Stato Limite d'Esercizio

Combinazioni RARE

Lato teso	Elem	Sez.	Comb	N	Mx
-	-	-	[-]	[kN]	[kNm]
Superiore	Appog	0.0	RARA	0.0	-7.2

σ_{cls}^+	σ_{acc}^-	esito
[N/mm ²]	[N/mm ²]	
5.9	-215.8	
0.34	0.60	
ok	ok	

Combinazioni FREQUENTI

Lato teso	Elem	Sez.	Comb	N	Mx
-	-	-	[-]	[kN]	[kNm]
Superiore	Appog	0	FREQ	0.0	-5.4

σ_{cls}^+	σ_{acc}^-	w	w _{lim}
[N/mm ²]	[N/mm ²]	[mm]	mm
4.4	-160.5	n.f.	0.400

Combinazioni QUASI PERMANENTI

Lato teso	Elem	Sez.	Comb	N	Mx
-	-	-	[-]	[kN]	[kNm]
Superiore	Appog	0.0	QPERM	0.0	-4.9

σ_{cls}^+	σ_{acc}^-	w	w _{lim}
[N/mm ²]	[N/mm ²]	[mm]	mm
4.0	-146.5	n.f.	0.300
0.31			
ok			

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 68 di 109

Verifica a taglio - dettaglio

Valore di calcolo sforzo di compressione	N_{Ed}	0.0 kN
Valore di calcolo sforzo di taglio agente	V_{Ed}	10.8 kN
Larghezza minima sezione	b_w	130 mm
Altezza utile sezione	d	159 mm

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

	$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	2.00 -
	$v_{min} = 0.035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	0.53
	A_a	153.86 mm ²
Rapporto geometrico armatura longitudinale	$\rho_l = A_a / (b d) \leq 0.02$	0.007444 -
Forza assiale di compressione	N_{Ed}	0.0 kN
Tensione media di compressione nella sezione [$\leq 0.2f_{cd}$]	$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$	0.0 N/mm ²
	$v_{min} + 0.15\sigma_{cp}$	0.5 N/mm ²
	$0.18k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15\sigma_{cp}$	0.67 N/mm ²
	$V_{Rd,min} = [v_{min} + 0.15\sigma_{cp}] b_w d$	11.0 kN
	$V_{Rd,c} = [0.18k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15\sigma_{cp}] b_w d$	13.8 kN

Taglio resistente	V_{Rd}	13.8 kN
	V_{Rd} / V_{Ed}	1.29 >1

ARMATURA A TAGLIO NON NECESSARIA

Armatura long. richiesta nell'appoggio	$A_{long, req} = V_{Ed} / f_{yd}$	27 mm ²
--	-----------------------------------	--------------------

Armatura long. Ancorata	$A_{sl, anc}$	154 mm ²
-------------------------	---------------	---------------------

Verifica armatura all'appoggio	C/D	5.60
--------------------------------	-----	------

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 69 di 109

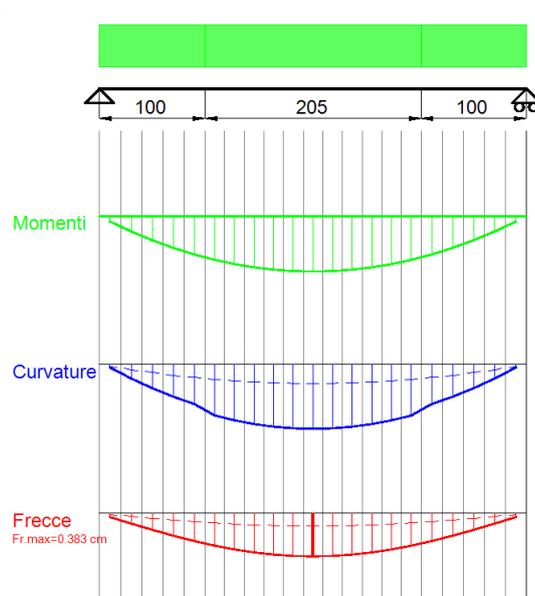
10.2.4 VERIFICA DEFORMABILITA'

Per la salvaguardia dell'aspetto e della funzionalità dell'opera, le frecce a lungo termine di travi e solai, calcolate sotto la condizione quasi permanente dei carichi, non devono superare il limite di 1/250 della luce.

In condizioni quasi permanenti il valore della freccia f ottenuta dall'integrazione delle curvature con lo schema cautelativo di trave semplicemente appoggiata risulta:

$$f = 0.38 \text{ cm} \quad L/1065 < L/250 = 1.62 \text{ cm}$$

La verificata risulta soddisfatta.



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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 70 di 109

10.3 STRUTTURA IN ELEVAZIONE

Per tutti gli elementi in c.a, si riportano di seguito in scala cromatica gli esiti delle verifiche di resistenza nelle combinazioni allo stato limite ultimo statiche e sismiche ed in condizioni di esercizio. I risultati sono espressi in termini di rapporto D/C.

Le verifiche sono eseguite con l'applicativo VIS13 un post processore del SAP2000 per il progetto e la verifica di elementi in c.a. sviluppato da CSi Italia.

Tutte le verifiche risultano soddisfatte.



Figura 45: Struttura in elevazione; rapporti D/C verifiche PMM, comb. SLU-SLV-SLD

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 71 di 109

Rapporti D/C
Nodo: 2
X: 0 m
Y: 8.1 m
Z: 4.05 m



Figura 46: Struttura in elevazione; rapporti D/C verifiche a taglio, comb. SLU-SLV-SLD

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>72 di 109</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	72 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	72 di 109								



Figura 47: Struttura in elevazione; rapporti D/C verifiche di gerarchia a taglio, comb. SLV-SLD

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 73 di 109

Rapporti D/C
Stato limite:
tensioni d'esercizio



Figura 48: Struttura in elevazione; rapporti D/C verifiche tensionali in esercizio

10.3.1 PILASTRI 40x30

I pilastri maggiormente sollecitati sono armati con 10 barre longitudinali f18. Le armature trasversali sono costituite da staffe a due braccia f8 con passo 100mm nelle zone d'estremità e passo 200 nella zona interna.

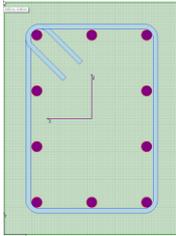
Si riportano di seguito le verifiche relative al pilastro 3.

Geometria e materiali

Numero piani

1

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>74 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	74 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	74 di 109								

Altezza piani [m]	4.55	
Angolo di rotazione [°]	0	
Tipo sezione	Rettangolare	
Larghezza b [cm]	30.0	
Altezza h [cm]	40.0	
Copriferro [cm]	5.6	
Rck [N/mm ²]	33.73	
Fyk [N/mm ²]	450	

Armature della pilastrata

Pilastro	Segmento	L [m]	Armatura Longitudinale	Staffe	
				Dir 2	Dir 3
3	1	1.15	10-Ø18	2-Ø8/100	2-Ø8/100
	2	2.50		2-Ø8/200	2-Ø8/200
	3	0.90		2-Ø8/100	2-Ø8/100

Verifiche PMM della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	Combinazione	β_{maj}	β_{min}	N	M2	M3	D/C
					[kN]	[kNm]	[kNm]	
3	1	SLV01	0.90	0.87	-72.66	-25.58	-112.7	0.82
	2	SLV02#4			-153.1	68.03	53.12	0.72
	3	SLV01			-61.26	26.81	128.1	0.93

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	V _{Sd}	V _{Rd}	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
3	1	34.4	2-Ø8/100	SLV01	-63.01	279.9	0.23
	2	34.4	2-Ø8/200	SLV01	-63.01	152.2	0.41
	3	34.4	2-Ø8/100	SLV01	-63.01	278.9	0.23

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della resistenza

Pilastro	Segmento	d	Staffe	Combinazione	V _{Sd}	V _{Rd}	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
3	1	24.4	2-Ø8/100	SLV02	-13.79	216.0	0.15
	2	24.4	2-Ø8/200	SLV02	-13.79	108.0	0.31
	3	24.4	2-Ø8/100	SLV02	-13.79	216.0	0.15

Verifiche a taglio in direzione 2 della pilastrata nei confronti della gerarchia delle resistenze

Pilastro	Segmento	d	Staffe	V _{Ed}	V _{Rd}	D/C
		[cm]		[kN]	[kN]	
3	1	34.4	2-Ø8/100	91.81	279.8	0.33
	2	34.4	2-Ø8/200	91.81	152.2	0.60
	3	34.4	2-Ø8/100	91.81	278.8	0.33

Verifiche a taglio in direzione 3 della pilastrata nei confronti della gerarchia delle resistenze

Pilastro	Segmento	d	Staffe	V _{Ed}	V _{Rd}	D/C
		[cm]		[kN]	[kN]	
3	1	24.4	2-Ø8/100	67.12	216.0	0.31

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 75 di 109

Pilastro	Segmento	d	Staffe	VEd	VRd	D/C
		[cm]		[kN]	[kN]	
	2	24.4	2-Ø8/200	67.12	108.0	0.62
	3	24.4	2-Ø8/100	67.12	216.0	0.31

Verifiche di gerarchia PMM trave-pilastro

Pilastro	Estremità	Asse momento	MEd	Pilastro inferiore		Pilastro superiore		D/C
		[°]	[kNm]	NSd [kN]	MRd [kNm]	NSd [kN]	MRd [kNm]	
3	I	-	-	-	-	-	-	-
	J	-	-	-	-	-	-	-

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
3	1	RAR05	-113.7	-7.243	-12.89	-3.378	-16.80	0.20
	2	RAR15	-105.3	2.178	17.33	-3.094	-16.80	0.18
	3	RAR05	-102.3	10.14	43.67	-8.872	-16.80	0.53

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
3	1	QPERM01	-112.1	-2.352	-15.43	-2.835	-12.60	0.23
	2	QPERM01	-106.4	1.841	15.33	-2.723	-12.60	0.22
	3	QPERM01	-100.7	6.034	46.09	-8.286	-12.60	0.66

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Pilastro	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
3	1	RAR05	-113.7	-7.243	-12.89	-36.89	360.0	0.10
	2	RAR15	-105.3	2.178	17.33	-34.24	360.0	0.10
	3	RAR10	-101.6	7.398	45.87	134.3	360.0	0.37

Verifiche di fessurazione

Pilastro	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
3	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>76 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	76 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	76 di 109								

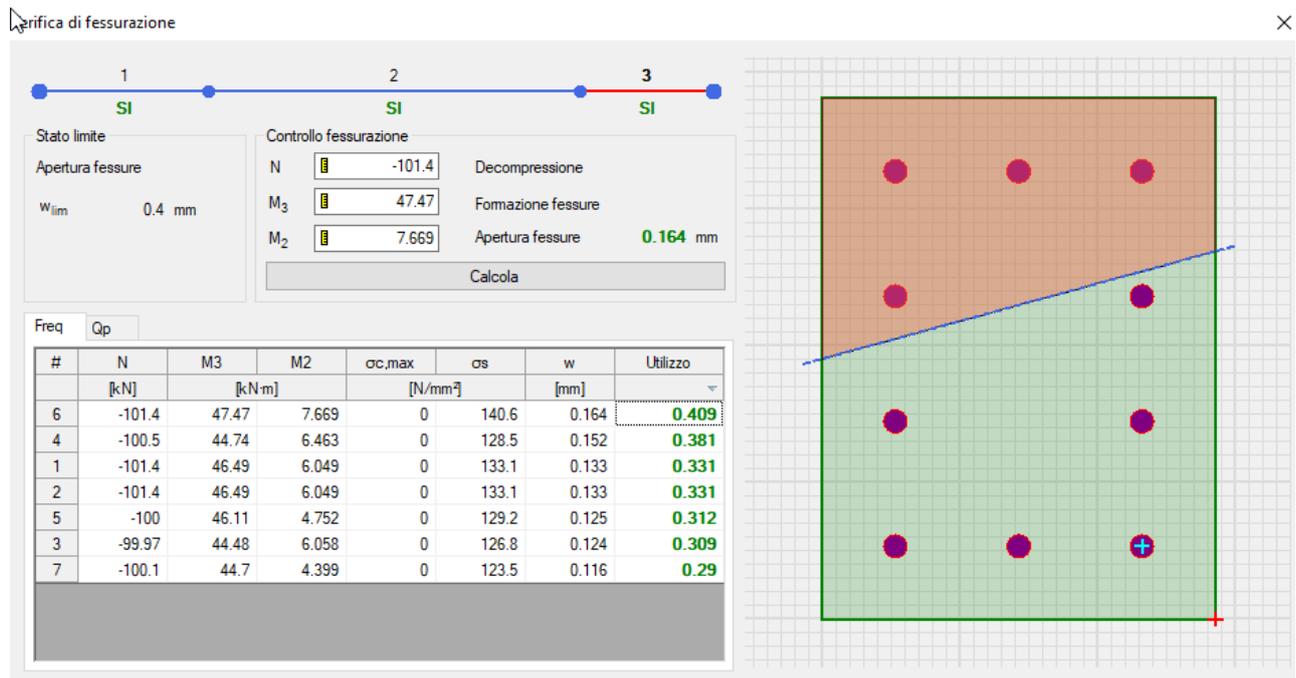


Figura 49: Verifica a fessurazione con rapporti D/C in comb. frequenti

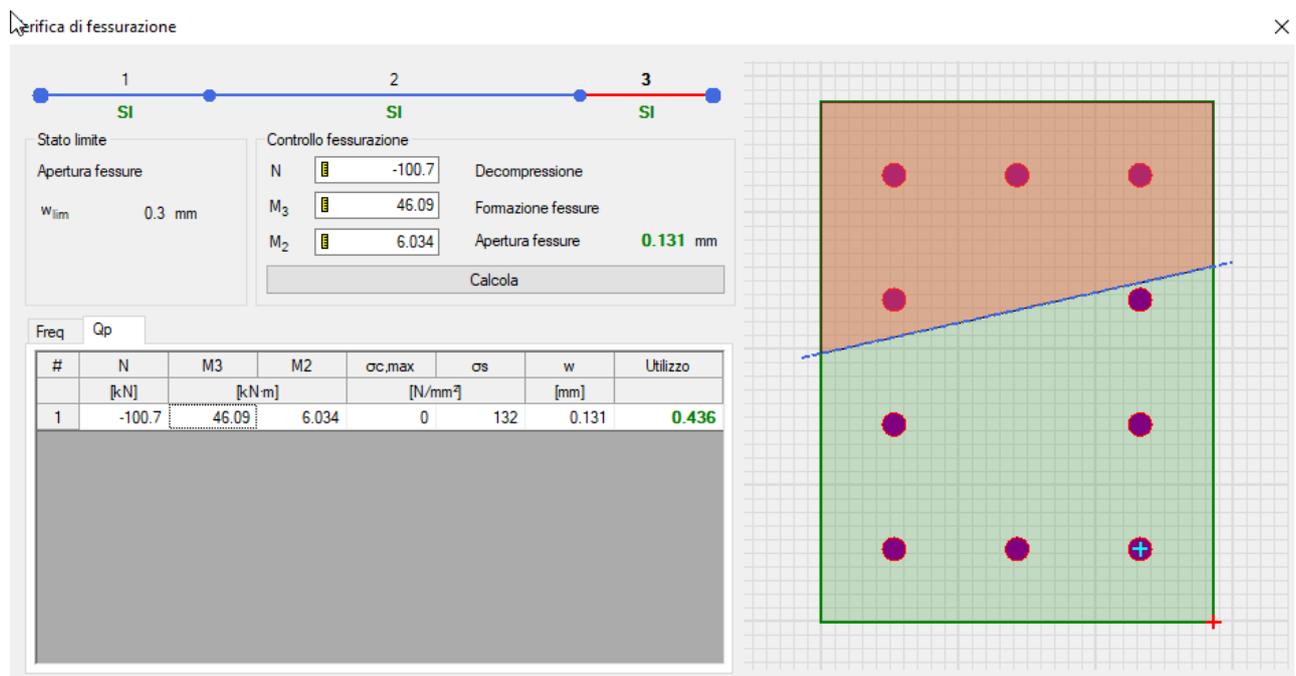


Figura 50: Verifica a fessurazione con rapporti D/C in comb. quasi permanente

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 77 di 109

10.3.2 TRAVI PRINCIPALI 30x50

Le travi principali interne sono armate superiormente con due barre correnti f16 e due barre di rinforzo f16 poste in corrispondenza degli appoggi d'estremità. Inferiormente sono previsti barre correnti 4f16. La armature trasversali sono realizzate con staffe a due braccia $\phi 8$ con passo variabile tra 100 mm a ridosso delle zone critiche e 200mm nella restante parte.

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche della Travata 9.

Geometria e materiali

Numero campate	1	
Lunghezza campate [m]	6.30	
Angolo di rotazione [°]	0	
Tipo sezione	Rettangolare	
Larghezza b [cm]	30.0	
Altezza h [cm]	50.0	
Copriferro superiore [cm]	5.6	
Copriferro inferiore [cm]	5.6	
Copriferro laterale [cm]	5.6	
Rck [N/mm ²]	33.73	
Fyk [N/mm ²]	450	

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L [m]	Armatura Longitudinale			
			Superiore		Inferiore	Centrale
9	1	0.70	2- $\phi 16$	2- $\phi 16$	4- $\phi 16$	
	2	1.00				
	3	2.90				
	4	1.00				
	5	0.70		2- $\phi 16$		

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
9	1	SLV01	-8.673	397.7e-3	-122.7	0.000	0.94
	2	SLV01	-8.673	248.8e-3	88.57	0.000	0.67
	3	SLU17	-12.74	3.941	103.2	0.000	0.78
	4	SLV01	-8.673	248.8e-3	88.57	0.000	0.67
	5	SLV01	-8.673	397.7e-3	-122.7	0.000	0.94

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	V _{Sd}	V _{Rd}	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
9	1	44.4	2- $\phi 8/100$	SLV01	-103.5	354.0	0.29
	2	44.4			-78.70	196.5	0.40
	3	44.4	2- $\phi 8/200$	SLV01	-53.91	196.5	0.27
	4	44.4			78.70	196.5	0.40

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	78 di 109

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
	5	44.4	2-Ø8/100	SLU12	105.5	354.3	0.30

Verifiche a taglio della travata nei confronti della gerarchia delle resistenze

Trave	Segmento	d	Staffe	VEd	VRd	D/C
		[cm]		[kN]	[kN]	
9	1	44.4	2-Ø8/100	118.8	354.0	0.34
	2	44.4	2-Ø8/200	93.97	196.5	0.48
	3	44.4		69.19	196.5	0.35
	4	44.4		93.97	196.5	0.48
	5	44.4	2-Ø8/100	118.8	354.0	0.34

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
9	1	RAR09	-10.98	-4.350	-34.89	-4.696	-16.80	0.28
	2	RAR20	-9.043	1.092	52.36	-5.238	-16.80	0.31
	3	RAR19	-9.711	3.286	76.90	-8.868	-16.80	0.53
	4	RAR20	-9.043	1.119	47.73	-4.820	-16.80	0.29
	5	RAR09	-10.98	-4.297	-44.15	-5.549	-16.80	0.33

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
9	1	QPERM01	-8.695	21.66e-3	-36.70	-3.426	-12.60	0.27
	2	QPERM01	-8.695	21.66e-3	45.55	-4.241	-12.60	0.34
	3	QPERM01	-8.695	21.66e-3	72.96	-7.378	-12.60	0.59
	4	QPERM01	-8.695	21.66e-3	45.55	-4.241	-12.60	0.34
	5	QPERM01	-8.695	21.66e-3	-36.70	-3.426	-12.60	0.27

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
9	1	RAR10	-11.16	-3.481	-36.18	119.0	360.0	0.33
	2	RAR15	-8.755	-326.2e-3	53.47	163.7	360.0	0.45
	3	RAR17	-9.642	2.630	78.42	249.8	360.0	0.69
	4	RAR20	-9.043	1.119	47.73	148.2	360.0	0.41
	5	RAR08	-10.81	-3.420	-47.02	152.9	360.0	0.42

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
9	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
	4	OK	OK
	5	OK	OK

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 3.2.E.ZZ CL FA.14.0.0.002 A 79 di 109

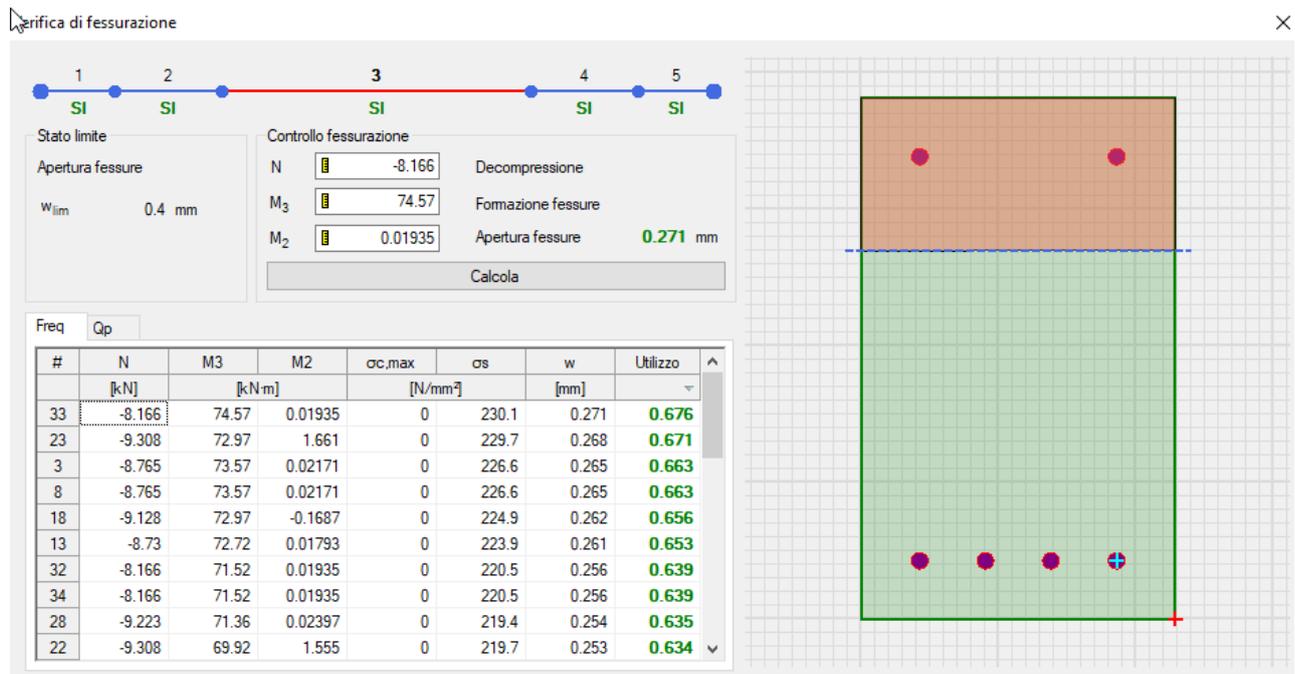


Figura 51: Verifica a fessurazione con rapporti D/C in comb. frequenti

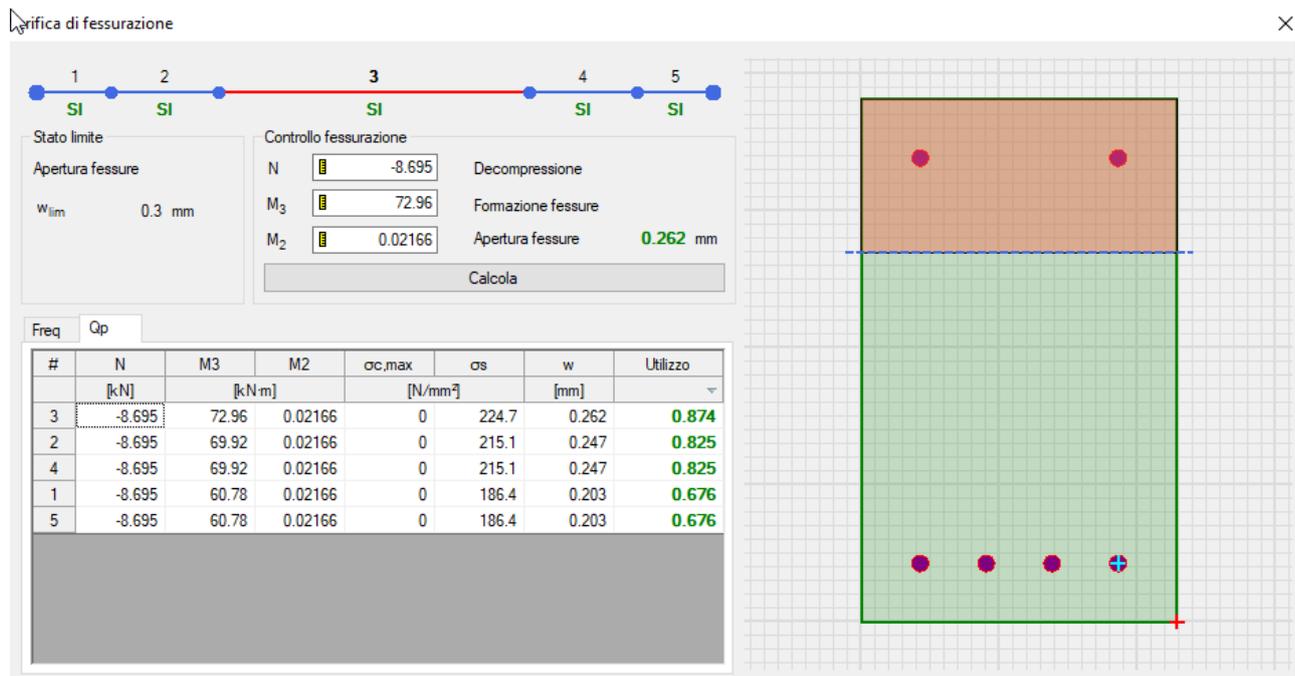


Figura 52: Verifica a fessurazione con rapporti D/C in comb. quasi permanente

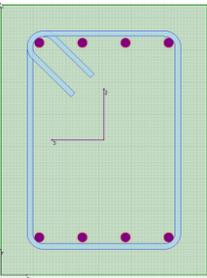
APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 80 di 109

10.3.3 TRAVI DI BORDO 30x40

Le travi di bordo sono armate con quattro barre correnti f14 poste superiormente ed inferiormente lungo tutto lo sviluppo della trave. La armature trasversali sono realizzate con staffe $\phi 8$ a due braccia con passo variabile tra 75mm a ridosso delle zone critiche e 200mm nella restante parte.

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche della travata 12-13.

Geometria e materiali

Numero campate	2	
Lunghezza campate [m]	4.05 - 4.05	
Angolo di rotazione [°]	0	
Tipo sezione	Rettangolare	
Larghezza b [cm]	30.0	
Altezza h [cm]	40.0	
Copriferro superiore [cm]	5.6	
Copriferro inferiore [cm]	5.6	
Copriferro laterale [cm]	5.6	
Rck [N/mm ²]	33.73	
Fyk [N/mm ²]	450	

Armature longitudinali della travata

Trave	Segmento	L [m]	Armatura Longitudinale			
			Superiore		Inferiore	
12	1	0.60	4- $\phi 14$		4- $\phi 14$	
	2	2.80				
	3	0.65				
13	1	0.65	4- $\phi 14$		4- $\phi 14$	
	2	2.80				
	3	0.60				

Verifiche PMM della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\delta M3$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
12	1	SLV02	2.765	-575.8e-3	-62.31	0.000	0.82
	2	SLV02	2.765	-522.2e-3	48.33	0.000	0.64
	3	SLV02	2.765	-516.6e-3	-70.49	0.000	0.93
13	1	SLV02	2.765	-516.6e-3	-70.49	0.000	0.93
	2	SLV02	2.765	-522.2e-3	48.33	0.000	0.64
	3	SLV02	2.765	-575.8e-3	-62.31	0.000	0.82

Verifiche a taglio in direzione 2 della travata nei confronti della resistenza

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
12	1	34.4	2- $\phi 8/75$	SLV02	-49.31	305.4	0.16
	2	34.4	2- $\phi 8/200$	SLV02	50.58	152.2	0.33
	3	34.4	2- $\phi 8/75$	SLV02	56.13	305.4	0.18

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO				
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO				
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGGIO
		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A 81 di 109

Trave	Segmento	d	Staffe	Combinazione	Vsd	VRd	D/C
		[cm]			[kN]	[kN]	
13	1	34.4	2-Ø8/75	SLV02	-56.13	305.4	0.18
	2	34.4	2-Ø8/200	SLV02	-50.58	152.2	0.33
	3	34.4	2-Ø8/75	SLV02	49.31	305.4	0.16

Verifiche a taglio della travata nei confronti della gerarchia delle resistenze

Trave	Segmento	d	Staffe	VEd	VRd	D/C
		[cm]		[kN]	[kN]	
12	1	34.4	2-Ø8/75	63.99	305.4	0.21
	2	34.4	2-Ø8/200	58.44	152.2	0.38
	3	34.4	2-Ø8/75	63.99	305.4	0.21
13	1	34.4	2-Ø8/75	63.99	305.4	0.21
	2	34.4	2-Ø8/200	58.44	152.2	0.38
	3	34.4	2-Ø8/75	63.99	305.4	0.21

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
12	1	RAR05	354.0e-3	690.6e-3	-6.476	-1.345	-16.80	0.08
	2	RAR20	47.06e-3	-715.7e-3	13.22	-2.444	-16.80	0.15
	3	RAR19	-428.5e-3	-304.7e-3	-19.62	-3.293	-16.80	0.20
13	1	RAR18	862.8e-3	1.029	-15.30	-2.916	-16.80	0.17
	2	RAR15	1.157	-526.6e-3	12.44	-2.232	-16.80	0.13
	3	RAR10	-393.6e-3	788.2e-3	-9.275	-1.841	-16.80	0.11

Verifica delle tensioni di esercizio nel calcestruzzo per combinazioni quasi permanenti

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{c,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
12	1	QPERM01	-64.72e-3	-11.28e-3	-3.632	-589.3e-3	-12.60	0.05
	2	QPERM01	-64.72e-3	-13.04e-3	10.89	-1.757	-12.60	0.14
	3	QPERM01	-64.72e-3	-15.97e-3	-16.24	-2.619	-12.60	0.21
13	1	QPERM01	-64.72e-3	-15.97e-3	-16.24	-2.619	-12.60	0.21
	2	QPERM01	-64.72e-3	-13.04e-3	10.89	-1.757	-12.60	0.14
	3	QPERM01	-64.72e-3	-11.28e-3	-3.632	-589.3e-3	-12.60	0.05

Verifica delle tensioni di esercizio nell'acciaio per combinazioni caratteristiche

Trave	Segmento	Combinazione	N	M2	M3	σ_s	$\sigma_{s,lim}$	D/C
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
12	1	RAR05	354.0e-3	690.6e-3	-6.476	37.99	360.0	0.11
	2	RAR20	47.06e-3	-715.7e-3	13.22	73.76	360.0	0.20
	3	RAR20	47.06e-3	-184.6e-3	-19.67	105.9	360.0	0.29
13	1	RAR15	1.157	-94.93e-3	-17.13	92.82	360.0	0.26
	2	RAR15	1.157	-526.6e-3	12.44	69.69	360.0	0.19
	3	RAR10	-393.6e-3	788.2e-3	-9.275	52.72	360.0	0.15

Verifiche di fessurazione

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 3.2.E.ZZ CL FA.14.0.0.002 A 82 di 109

Trave	Segmento	FREQ	QP
		Apertura fessure	Apertura fessure
12	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
13	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK

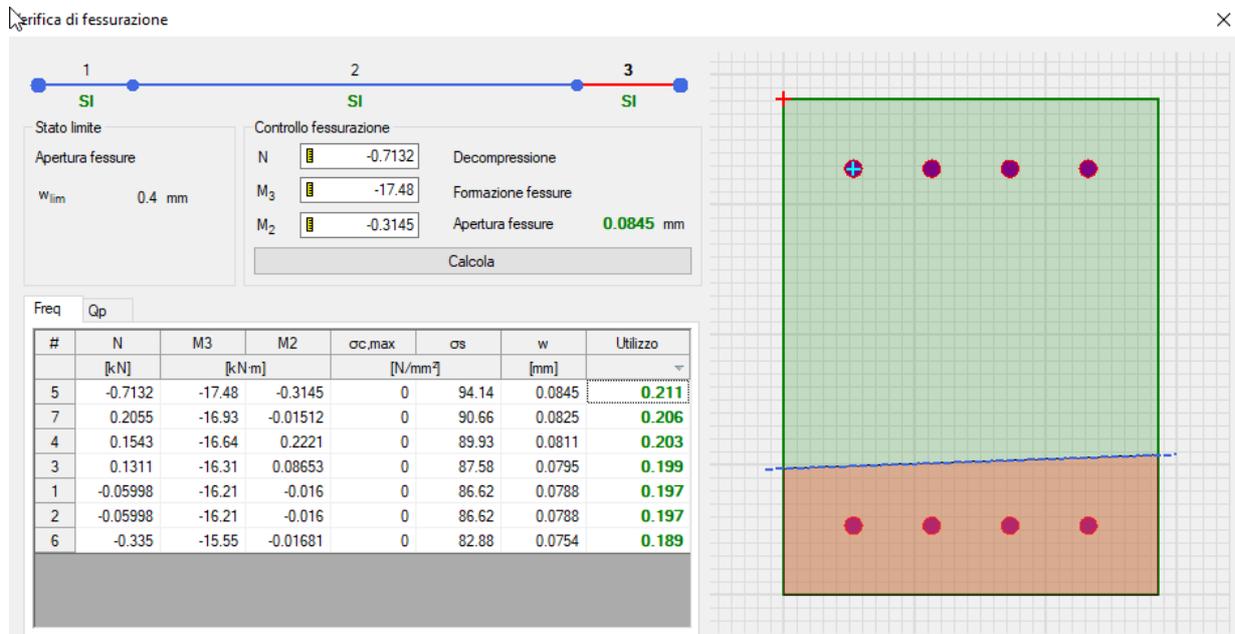


Figura 53: Verifica a fessurazione con rapporti D/C in comb. frequenti

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>83 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	83 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	83 di 109								

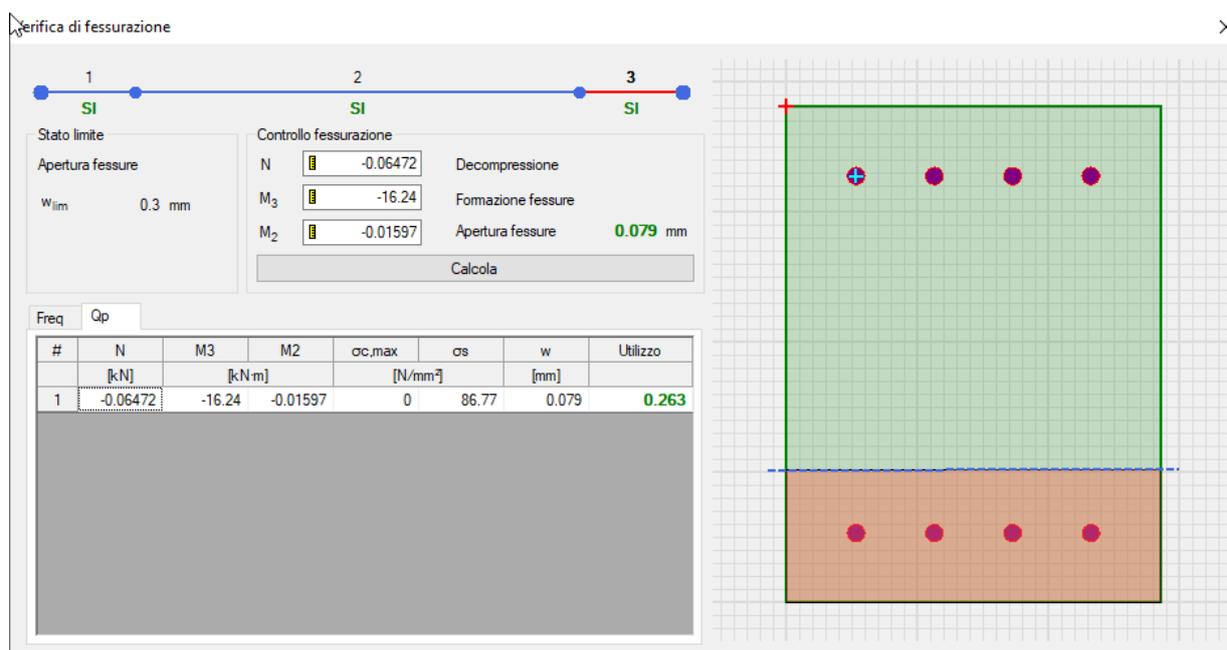


Figura 54: Verifica a fessurazione con rapporti D/C in comb. quasi permanente

10.4 FONDAZIONI

Le fondazioni dell'edificio sono di tipo diretto, costituite da un grigliato di travi rovesce disposte lungo il perimetro dell'edificio collegate trasversalmente mediante cordoli a sezione rettangolare 30 x 50 cmq .

Le travi di bordo hanno sezione a "T" rovescia con rettangolo superiore 70x50 cm² e rettangolo inferiore 150x50 cm². Al di sotto delle fondazioni è previsto uno strato di magrone di spessore 0.15 m debordante l'impronta delle fondazioni di 0.15 m.

Le sollecitazioni agenti sulle travi di fondazione derivano dal modello di calcolo rappresentativo dell'intera struttura sul quale sono state applicate le azioni in esercizio e quelle sismiche. Le sollecitazioni SLV ottenute dalle analisi sono state amplificate di un fattore 1.1 nelle combinazioni denominate SLV-fond secondo quanto prescritto nel paragrafo 7.2.5 delle NTC 2008. Poiché l'edificio in esame ricade nella classe d'uso III, sono eseguite le verifiche di resistenza anche per le sollecitazioni ottenute allo SLD.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 84 di 109

10.4.1 TRAVI ROVESCE

10.4.1.1 Allineamenti longitudinali A-B

Le sollecitazioni agli stati limite ultimi SLU e SLVfond/SLD sono riepilogate nelle seguenti tabelle di sintesi.

La convenzione adottata per i segni delle sollecitazioni prevede che il momento flettente negativo M3 tenda le fibre lato terra.

	Frame	Station	OutputCase	V2	V3	T	M2	M3
	Text	m	Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
V2,min	20	0.45	SLU17	-100.89	0.03	-25.65	-0.15	-43.43
V2,max	19	3.60	SLU12	97.81	-0.08	26.10	0.00	-38.75
V3,min	19	4.05	SLU04	72.30	-0.14	27.83	0.08	-58.94
V3,max	20	0.00	SLU10	-74.82	0.08	-28.22	-0.08	-60.34
T,min	20	0.00	SLU03	-73.56	-0.02	-30.38	0.03	-58.22
T,max	19	1.80	SLU08	24.25	-0.02	29.98	0.15	52.10
M2,min	19	0.00	SLU04	-41.17	-0.14	27.83	-0.48	4.61
M2,max	15	4.05	SLU09	29.77	-0.08	22.95	0.45	16.45
M3,min	15	0.00	SLU20	-76.65	-0.02	19.90	0.15	-94.87
M3,max	20	2.70	SLU10	-12.56	0.08	-28.22	-0.31	57.67

Tabella 3: Travi rovesce longitudinali; sintesi sollecitazioni combinazioni SLU

	Frame	Station	OutputCase	V2	V3	T	M2	M3
	Text	m	Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
V2,min	20	0.45	SLV02_FOND	-125.6	-0.5	-41.6	-0.4	-98.3
V2,max	19	3.60	SLV02_FOND	125.6	0.5	41.6	0.4	47.2
V3,min	19	4.05	SLV02_FOND	-1.0	-0.5	-4.9	-0.5	-147.9
V3,max	20	0.00	SLV02_FOND	1.0	0.5	4.9	0.5	40.8
T,min	14	1.80	SLV01_FOND	-11.7	-0.3	-51.6	-0.2	-23.0
T,max	19	2.25	SLV01_FOND	61.2	0.3	51.6	0.2	83.8
M2,min	19	0.00	SLV02_FOND	-63.6	-0.5	-4.9	-1.5	-90.2
M2,max	14	0.00	SLV02_FOND	11.9	0.5	4.9	1.5	97.1
M3,min	20	0.00	SLV02_FOND	-109.2	-0.5	-41.6	-0.5	-147.9
M3,max	14	0.00	SLV02_FOND	11.9	0.5	4.9	1.5	97.1

Tabella 4: Travi rovesce longitudinali; sintesi sollecitazioni combinazioni SLVfond/SLD

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 85 di 109

La sezione è armata con quattro barre correnti f20 superiori ed inferiori. Lungo il perimetro della sezione sono disposte ulteriori barre longitudinali f16 per l'assorbimento dello sforzo di torsione. L'armatura trasversale è realizzata con staffe f16 a due braccia con passo 20cm.

Si riporta di seguito la verifica di resistenza a tenso flessione e taglio torsione della sezione maggiormente sollecitata eseguita con il software RC-SEC distribuito dalla GEO-STRU:

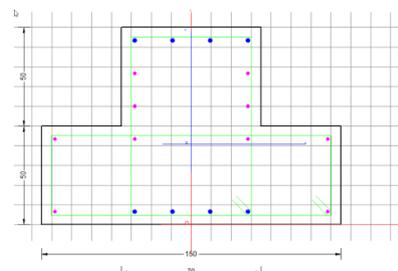
CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.08 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base rett. inf.:	150.0	cm
Altezza rett. inf.:	50.0	cm
Base rett. sup.:	70.0	cm
Altezza rett. sup.:	50.0	cm
Barre inferiori:	4Ø20	(12.6 cm ²)
Barre superiori:	4Ø20	(12.6 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.6	cm



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 86 di 109

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	94.90	100.90	30.40
2	0.00	-57.70	100.90	30.40
3	0.00	147.90	126.00	51.60
4	0.00	-97.10	126.00	51.60

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	70.20
2	0.00	-42.80

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	57.90 (558.95)
2	0.00	-36.20 (-391.81)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	53.60 (558.95)
2	0.00	-33.10 (-391.81)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 16.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>87 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	87 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	87 di 109								

Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)
Area efficace a flessione barre inf. (per presenza di torsione)= 11.8 cm²

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	94.90	-0.15	420.85	4.435	93.7	0.07	0.70	25.1 (15.6)
2	S	0.00	-57.70	-0.27	-438.12	7.593	4.7	0.05	0.70	25.1 (14.9)
3	S	0.00	147.90	-0.15	420.85	2.845	93.7	0.07	0.70	25.1 (15.6)
4	S	0.00	-97.10	-0.27	-438.12	4.512	4.7	0.05	0.70	25.1 (14.9)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	100.0	-0.00018	93.4	-0.04853	6.6
2	0.00350	0.0	-0.00144	6.6	-0.06647	93.4
3	0.00350	100.0	-0.00018	93.4	-0.04853	6.6
4	0.00350	0.0	-0.00144	6.6	-0.06647	93.4

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature: 16 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 32.2 cm]
N.Bracci staffe: 2
Area staffe/m : 20.1 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 10.5 cm²/m]
Barre long. tors.: 8Ø16 (16.1 cm²)

VERIFICHE A TAGLIO-TORSIONE

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
Tsd Momento torcente assegnato nella combinazione corrente [kNm]
Trdu Momento torcente resistente ultimo [kNm] (lato calcestruzzo)
Mis.Sic. Misura secur. = Vsd/Vcd + Tsd/Trdu. Verifica OK se Mis.Sic ≤ 1
bw/d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	Tsd	Trdu	Mis.Sic.	bw/d	Ctg	Acw	ASt
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	----------	------	-----	-----	-----

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 88 di 109

1	S	100.90	243.99	2083.02	605.47	30.40	756.30	0.083	70.0	93.4	1.000	1.000	3.1
2	S	100.90	243.99	2083.02	605.47	30.40	756.30	0.083	70.0	93.4	1.000	1.000	3.1
3	S	126.00	243.99	2083.02	566.51	51.60	756.30	0.119	70.0	93.4	1.000	1.000	3.8
4	S	126.00	243.99	2083.02	566.51	51.60	756.30	0.119	70.0	93.4	1.000	1.000	3.8

RISULTATI DEL SOLO CALCOLO A TORSIONE

Area Nucl.	Area del nucleo della sezione tubolare resistente [cm ²]
Per.Nucl.	Perimetro del nucleo della sezione tubolare resistente [cm]
Sp.Nucl.	Spessore del nucleo della sezione tubolare resistente [cm]
Ast	Area calcolata delle staffe al metro per sola torsione [cm ² /m]
As long.	Area dei ferri longitudinali calcolati per sola torsione [cm ²]
Tsdu	Momento torcente assegnato nella combinazione corrente [kNm]
Trsd	Momento torc. resist. reso dall'area staffe riservata alla torsione [kNm]
Trld	Momento torc. resist. reso da apposite barre longitudinali(compresa una aliquota delle barre longitudinali soggette a flessione)

N°Comb	Area Nucl.	Per.Nucl.	Sp.Nucl.	Ast	As long.	Tsdu	Trsd	Trld
1	3924	258	20.6	1.4	2.9	30.40	30.40	139.36
2	3924	258	20.6	1.4	2.9	30.40	30.40	139.36
3	3924	258	20.6	2.4	4.9	51.60	51.60	139.36
4	3924	258	20.6	2.4	4.9	51.60	51.60	139.36

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.06	81.4	0.00	81.4	-64.1	93.4	16.5	2475	12.6	18.9
2	S	0.44	0.0	0.00	0.0	-38.4	6.6	16.5	1155	12.6	18.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00035	0.00008	0.50	0.60	0.000192 (0.000192)	860	0.165 (990.00)	558.95

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 89 di 109

2 S -0.00021 0.00003 0.50 0.60 0.000115 (0.000115) 503 0.058 (990.00) -391.81

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.87	81.4	0.00	81.4	-52.8	93.4	16.5	2475	12.6	18.9
2	S	0.37	0.0	0.00	0.0	-32.5	6.6	16.5	1155	12.6	18.9

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00029	0.00006	0.50	0.60	0.000159 (0.000159)	860	0.136 (0.40)	558.95
2	S	-0.00018	0.00003	0.50	0.60	0.000097 (0.000097)	503	0.049 (0.40)	-391.81

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.81	81.4	0.00	81.4	-48.9	93.4	16.5	2475	12.6	18.9
2	S	0.34	0.0	0.00	0.0	-29.7	6.6	16.5	1155	12.6	18.9

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00027	0.00006	0.50	0.40	0.000147 (0.000147)	860	0.126 (0.30)	558.95
2	S	-0.00016	0.00003	0.50	0.40	0.000089 (0.000089)	503	0.045 (0.30)	-391.81

10.4.1.2 Allineamenti trasversali 1, 6

Le sollecitazioni agli stati limite ultimi SLU e SLVfond/SLD sono riepilogate nelle seguenti tabelle di sintesi.

La convenzione adottata per i segni delle sollecitazioni prevede che il momento flettente negativo M3 tenda le fibre lato terra.

	Frame	Station	OutputCase	V2	V3	T	M2	M3
	Text	m	Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
V2,min	16	0.48	SLU07	107.46	0.00	-1.85	-0.21	90.41
V2,max	16	5.82	SLU07	102.43	0.00	-1.85	-0.19	111.27
V3,min	16	6.30	SLU14	75.22	-0.04	-2.14	0.22	54.50
V3,max	18	0.00	SLU08	-79.36	0.00	3.08	-0.07	36.15
T,min	16	5.33	SLU03	78.78	-0.03	-3.32	0.09	148.09
T,max	18	5.33	SLU03	77.45	-0.03	3.59	0.21	151.14

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
FA14– FABBRICATO ENEL		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo		IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	90 di 109

M2,min	16	0.00	SLU09	-83.45	0.00	-1.85	-0.24	42.37
M2,max	18	6.30	SLU04	74.06	-0.04	2.49	0.29	72.43
M3,min	18	0.00	SLU13	-82.42	-0.03	3.59	0.01	18.21
M3,max	16	3.39	SLU10	21.27	0.00	-1.85	-0.22	210.48

Tabella 5: Travi rovesce fili 1 e 6; sintesi sollecitazioni combinazioni SLU

	Frame	Station	OutputCase	V2	V3	T	M2	M3
	Text	m	Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
V2,min	16	0.48	SLV02_FOND	-133.1	-0.1	-7.6	-0.8	18.2
V2,max	16	5.82	SLV02_FOND	133.1	0.1	7.6	0.7	119.1
V3,min	18	6.30	SLV01_FOND	11.4	-0.1	-24.5	-0.6	-123.1
V3,max	18	0.00	SLV01_FOND	-11.4	0.1	24.5	0.6	195.5
T,min	18	0.00	SLV01_FOND	-104.8	-0.1	-24.5	-0.6	-123.1
T,max	16	0.97	SLV01_FOND	22.7	0.1	24.5	0.4	220.3
M2,min	16	6.30	SLV02_FOND	0.9	-0.1	-7.6	-0.9	-32.1
M2,max	18	6.30	SLV02_FOND	115.4	0.1	7.6	0.9	104.4
M3,min	16	0.00	SLV01_FOND	-104.8	-0.1	-24.5	-0.6	-123.1
M3,max	16	1.45	SLV01_FOND	5.0	0.1	24.5	0.4	222.3

Tabella 6: Travi rovesce fili 1 e 6; sintesi sollecitazioni combinazioni SLVfond/SLD

Si riporta di seguito la verifica di resistenza a tenso flessione e taglio della sezione maggiormente sollecitata eseguita con il software RC-SEC distribuito dalla GEO-STRU:

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.08 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm

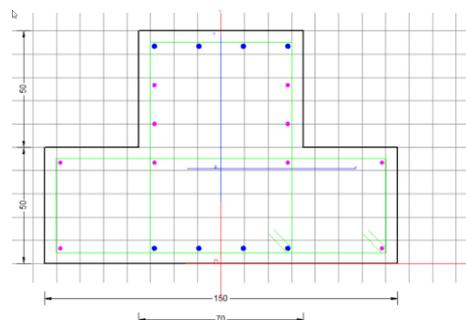
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 91 di 109

Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base rett. inf.:	150.0	cm
Altezza rett. inf.:	50.0	cm
Base rett. sup.:	70.0	cm
Altezza rett. sup.:	50.0	cm
Barre inferiori:	4Ø20	(12.6 cm ²)
Barre superiori:	4Ø20	(12.6 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.6	cm



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	-210.50	107.50	4.00
2	0.00	-222.30	133.10	24.50
3	0.00	123.10	133.10	24.50

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-159.60

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-149.80 (-391.81)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 92 di 109

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-146.20 (-391.81)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 16.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)
Area efficace a flessione barre inf. (per presenza di torsione) = 12.2 cm²

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	-210.50	-0.14	-452.08	2.148	4.7	0.05	0.70	25.1 (14.9)
2	S	0.00	-222.30	-0.14	-452.08	2.034	4.7	0.05	0.70	25.1 (14.9)
3	S	0.00	123.10	0.01	434.65	3.531	93.6	0.07	0.70	25.1 (15.6)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	-0.00137	6.6	-0.06545	93.4
2	0.00350	0.0	-0.00137	6.6	-0.06545	93.4
3	0.00350	100.0	-0.00013	93.4	-0.04792	6.6

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 93 di 109

Diametro staffe/legature: 16 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 32.2 cm]
 N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 20.1 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 10.5 cm²/m]
 Barre long. tors.: 8Ø16 (16.1 cm²)

VERIFICHE A TAGLIO-TORSIONE

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 Tsdu Momento torcente assegnato nella combinazione corrente [kNm]
 Trdu Momento torcente resistente ultimo [kNm] (lato calcestruzzo)
 Mis.Sic. Misura sicur. = Vsdu/Vcd + Tsdu/Trdu. Verifica OK se Mis.Sic <=1
 bw/d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	Tsdu	Trdu	Mis.Sic.	bw/d	Ctg	Acw	Ast
1	S	107.50	243.99	2083.02	653.99	4.00	756.30	0.056 70.0 93.4	1.000	1.000	3.3	
2	S	133.10	243.99	2083.02	616.32	24.50	756.30	0.092 70.0 93.4	1.000	1.000	4.0	
3	S	133.10	243.99	2083.02	616.32	24.50	756.30	0.092 70.0 93.4	1.000	1.000	4.0	

RISULTATI DEL SOLO CALCOLO A TORSIONE

Area Nucl. Area del nucleo della sezione tubolare resistente [cm²]
 Per.Nucl. Perimetro del nucleo della sezione tubolare resistente [cm]
 Sp.Nucl. Spessore del nucleo della sezione tubolare resistente [cm]
 Ast Area calcolata delle staffe al metro per sola torsione [cm²/m]
 As long. Area dei ferri longitudinali calcolati per sola torsione [cm²]
 Tsdu Momento torcente assegnato nella combinazione corrente [kNm]
 Trsd Momento torc. resist. reso dall'area staffe riservata alla torsione [kNm]
 Trld Momento torc. resist. reso da apposite barre longitudinali(compresa una aliquota delle barre longitudinali soggette a flessione)

N°Comb	Area Nucl.	Per.Nucl.	Sp.Nucl.	Ast	As long.	Tsdu	Trsd	Trld
1	3924	258	20.6	0.2	0.4	4.00	4.00	129.78
2	3924	258	20.6	1.1	2.3	24.50	24.50	129.78
3	3924	258	20.6	1.1	2.3	24.50	24.50	129.78

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 94 di 109

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.63	0.0	0.00	0.0	-143.2	6.6	16.5	1155	12.6	18.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00078	0.00012	0.50	0.60	0.000430 (0.000430)	503 0.216 (990.00)		-391.81

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.53	0.0	0.00	0.0	-134.4	6.6	16.5	1155	12.6	18.9

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00073	0.00011	0.50	0.60	0.000403 (0.000403)	503 0.203 (0.40)		-391.81

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.49	0.0	0.00	0.0	-131.2	6.6	16.5	1155	12.6	18.9

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00071	0.00011	0.50	0.40	0.000393 (0.000393)	503 0.198 (0.30)		-391.81

10.4.2 TRAVI DI COLLEGAMENTO

Lungo gli allineamenti trasversali interni sono previste travi di collegamento 30x50 poste su un getto di cls magro.

In accordo al par. 7.2.5.1 NTC08, per considerare la presenza di spostamenti relativi nel terreno di fondazione, le travi sono state dimensionate per sostenere un'azione assiale pari a

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 95 di 109

$$N = \pm 0.4 N_{sd} a_{max}/g$$

prevista per il profilo stratigrafico di tipo C in cui

N_{sd} : valore medio delle forze verticali agenti sugli elementi collegati

$$a_{max} = a_g \times S = a_g \times S_T \times S_S = 0.367 \times 1 \times 1.184 = \mathbf{0.434 \text{ g}}$$

assumendo come N_{sd} il valore massimo dello sforzo assiale P al piede dei pilastri nelle combinazioni SLU

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P
Text	m	Text	Text	KN
5	0.50	SLU12	Combination	-221.90

si ottiene

$$N = \pm 0.4 N_{sd} a_{max}/g = 0.4 \times 222 \text{ kN} \times 0.434 = \pm 38.6 \text{ kN}$$

Le sollecitazioni agli stati limite ultimi SLU e SLVfond e in condizioni di esercizio rare sono riepilogate nelle seguenti tabelle di sintesi:

	Frame	Station	OutputCase	V2	V3	T	M2	M3
	Text	m	Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
V2,min	17	0.48	SLU12	-29.76	0.00	0.01	0.00	-10.69
V2,max	17	5.82	SLU17	29.12	0.00	0.00	0.00	-7.91
V3,min	17	6.30	SLU14	26.38	0.00	0.01	0.00	-20.94
V3,max	17	0.00	SLU10	-26.34	0.00	0.00	0.00	-22.32
T,min	17	5.33	SLU18	22.94	0.00	0.00	0.00	3.48
T,max	17	4.36	SLU04	12.95	0.00	0.01	0.00	17.62
M2,min	17	0.00	SLU14	-27.10	0.00	0.01	0.00	-24.46
M2,max	17	6.30	SLU19	26.45	0.00	0.00	0.00	-21.30
M3,min	17	0.00	SLU13	-27.18	0.00	0.01	0.00	-25.27
M3,max	17	3.39	SLU02	4.56	0.00	0.01	0.00	23.15

Tabella 7: Sintesi sollecitazioni combinazioni SLU

	Frame	Station	OutputCase	V2	V3	T	M2	M3
	Text	m	Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
V2,min	17	0.48	SLV01_FOND	-25.3	0.0	0.0	0.0	-22.5
V2,max	17	5.82	SLV01_FOND	25.3	0.0	0.0	0.0	9.3
V3,min	17	6.30	SLV01_FOND	16.6	0.0	0.0	0.0	-34.4
V3,max	17	0.00	SLV01_FOND	-16.6	0.0	0.0	0.0	0.8

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>96 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	96 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	96 di 109								

T,min	17	1.45	SLV01_FOND	-14.7	0.0	0.0	0.0	-3.1
T,max	17	1.45	SLV01_FOND	-2.5	0.0	0.0	0.0	18.8
M2,min	17	0.00	SLV02_FOND	-21.1	0.0	0.0	0.0	-22.1
M2,max	17	0.00	SLV02_FOND	-19.0	0.0	0.0	0.0	-11.5
M3,min	17	0.00	SLV01_FOND	-23.5	0.0	0.0	0.0	-34.4
M3,max	17	1.94	SLV01_FOND	-4.3	0.0	0.0	0.0	20.5

Tabella 8: Sintesi sollecitazioni combinazioni SLV

	Frame	Station	OutputCase	V2	V3	T	M2	M3
	Text	m	Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
V2,min	17	0.48	RAR12	-22.7	0.0	0.0	0.0	-8.0
V2,max	17	5.82	RAR17	22.3	0.0	0.0	0.0	-6.2
V3,min	17	6.30	RAR14	20.2	0.0	0.0	0.0	-16.2
V3,max	17	0.00	RAR10	-20.2	0.0	0.0	0.0	-17.1
T,min	17	5.33	RAR18	17.6	0.0	0.0	0.0	2.5
T,max	17	2.42	RAR04	-2.6	0.0	0.0	0.0	15.5
M2,min	17	0.00	RAR14	-20.7	0.0	0.0	0.0	-18.5
M2,max	17	6.30	RAR19	20.3	0.0	0.0	0.0	-16.4
M3,min	17	0.00	RAR13	-20.8	0.0	0.0	0.0	-19.1
M3,max	17	3.39	RAR02	3.6	0.0	0.0	0.0	17.7

Tabella 9: Sintesi sollecitazioni combinazioni RARE

Si riporta di seguito la verifica di resistenza a tenso flessione e taglio della sezione maggiormente sollecitata eseguita con il software RC-SEC distribuito dalla GEO-STRU:

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.08 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm

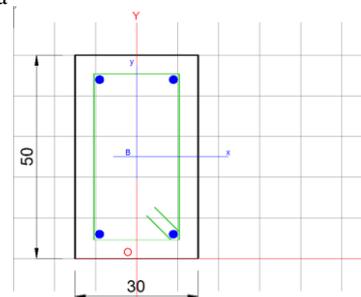
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>97 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	97 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	97 di 109								

Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	30.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	2Ø16	(4.0 cm ²)
Barre superiori:	2Ø16	(4.0 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.0	cm



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione		
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale		
MT	Momento torcente [kN m]		

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-38.60	-34.40	29.80	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-19.10

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-17.20 (-36.46)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 98 di 109

1 0.00 -16.90 (-36.46)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 16.4 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	-38.60	-34.40	-38.74	-59.19	1.721	5.0	0.11	0.70	8.0 (2.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	-0.00068	6.0	-0.02714	44.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature: 12 mm
 Passo staffe: 25.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]
 N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 9.0 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 4.5 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>99 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	99 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	99 di 109								

Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vcd	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	29.80	0.00	420.56	140.20	30.0 44.0	1.000	1.000	1.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.54	0.0	0.00	10.7	-118.5	6.0	13.1	393	4.0	18.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00070	0.00019	0.50	0.60	0.000355 (0.000355)	443 0.157 (990.00)		-36.46

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.29	0.0	0.00	10.7	-106.7	6.0	13.1	393	4.0	18.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00063	0.00017	0.50	0.60	0.000320 (0.000320)	443 0.142 (0.40)		-36.46

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 100 di 109

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.25	0.0	0.00	10.7	-104.8	6.0	13.1	393	4.0	18.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00062	0.00017	0.50	0.40	0.000315 (0.000315)	443	0.139 (0.30)	-36.46

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 101 di 109

11 VERIFICHE GEOTECNICHE

11.1 CRITERI DI VERIFICA

Per le verifiche si è fatto riferimento allo stato limite ultimo di collasso per carico limite della fondazione.

Le verifiche sono state effettuate secondo la combinazione dell'approccio 2:

- *Approccio 2 (A1+M1+R3)*

dove i coefficienti sui parametri di resistenza del terreno (M1) sono unitari, mentre le azioni permanenti e variabili sono amplificate mediante i coefficienti parziali del gruppo A1 della Tabella 10 (Tabella 6.2.I della NTC08) ed i coefficienti parziali sulla resistenza globale del sistema (R3) sono quelli riportati nella Tabella 11.

Le verifiche sono state effettuate per le condizioni statiche (SLU) e per le condizioni sismiche (SLV).

Le verifiche allo stato limite ultimo in condizioni sismiche sono state condotte in analogia a quanto fatto per le verifiche in condizioni statiche adottando per i coefficienti A1 e A2 un valore pari a 1.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tabella 10: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 102 di 109

VERIFICA	Coefficiente parziale (R1)	Coefficiente parziale (R2)	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_r = 1,0$	$\gamma_r = 1,8$	$\gamma_r = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_r = 1,0$	$\gamma_r = 1,1$	$\gamma_r = 1,1$

Tabella 11: Coefficienti parziali sulla resistenza globale del sistema

11.2 CARICO LIMITE FONDAZIONE TERRENO

Nelle figure che seguono sono rappresentanti gli involuipi degli spostamenti dei nodi di fondazione valutati per le combinazioni SLU e SLV. Le pressioni corrispondenti possono essere determinate moltiplicando tali valori per la rigidezza delle molle con cui si è schematizzato il terreno nelle analisi ($k = 15000 \text{ kN/m}^3$).

In condizioni SLU l'abbassamento massimo risulta:

TABLE: Joint Displacements						
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3
Text	Text	Text	Text	m	m	m
7	SLU07	Combination		0	0	-0.0039

In condizioni sismiche SLV l'abbassamento massimo risulta:

TABLE: Joint Displacements						
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3
Text	Text	Text	Text	m	m	m
1	SLV01_FOND	Combination	Min	0	0	-0.0040

Le massime pressioni sul terreno risultano pertanto:

SLU $p = k \times u = 15000 \times 3.9e-3 = 58.5 \text{ kPa}$

SLV $p = k \bullet u = 15000 \times 4.0e-3 = 60.0 \text{ kPa}$

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 103 di 109

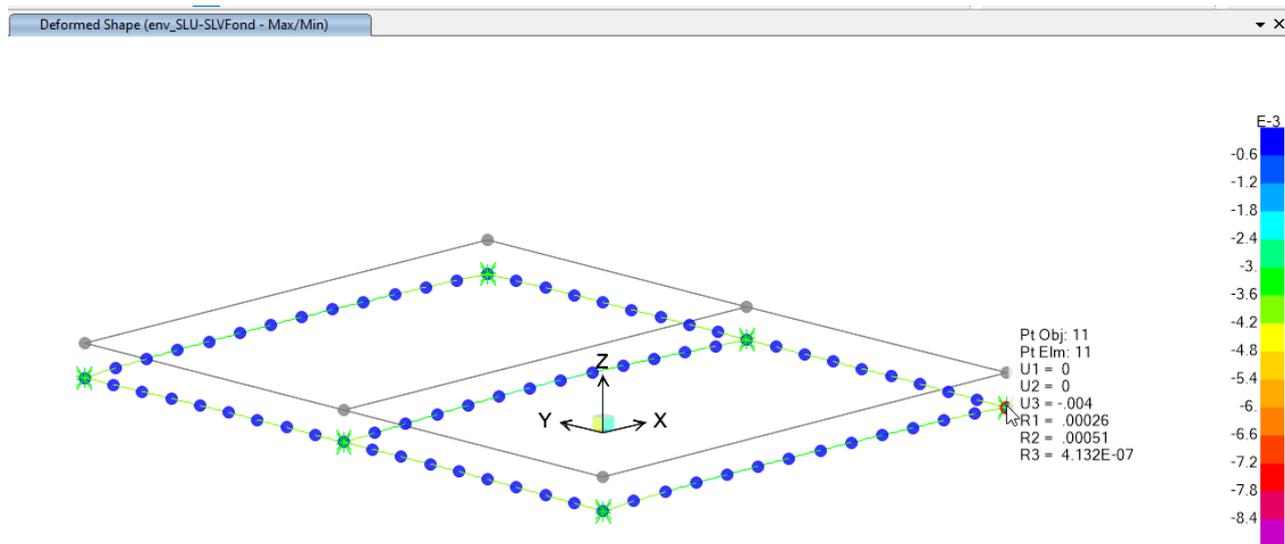


Figura 55: Diagramma involuppo spostamenti nodi fondazione; comb. env_SLU/SLV

Per il calcolo del carico limite di una fondazione diretta è stata utilizzata l'espressione trinomia proposta da Brinch-Hansen

Per il piano di posa della fondazioni si è considerata, una profondità minima dal p.c. definitivo pari a 1.30m. Assumendo cautelativamente la posizione della falda coincidente con il piano campagna e per il terreno di fondazione le caratteristiche meccaniche dell'unità "ALT" è stato calcolato il valore del carico limite q_{lim} in condizioni drenate e non drenate.

Il valore della pressione ammissibile risulta essere superiore ai valori delle pressioni massime sul terreno valutate nel modello agli elementi finiti implementato per l'analisi delle strutture (comb SLU-SLV); le verifiche risultano pertanto soddisfatte.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA.14.0.0.002</td> <td>A</td> <td>104 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	104 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	104 di 109								

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

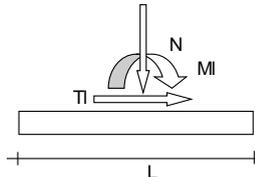
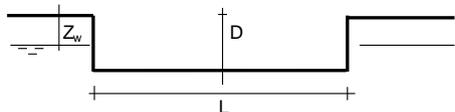
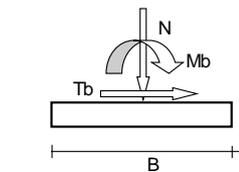
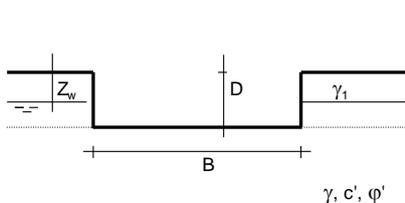
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

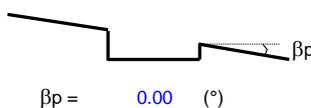
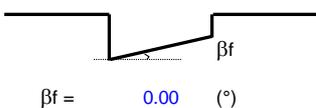
coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze		
	permanenti	temporanee variabili	tan ϕ'	c'	q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80
	SISMA	○	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30
Tensioni Ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista	●	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 1.50 (m)
L = 1.00 (m)
D = 1.30 (m)



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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 105 di 109

	AZIONI		Valori di calcolo
	valori di input permanenti	temporanee	
N [kN]	90.000		90.00
Mb [kNm]	0.00		0.00
Ml [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	0.00		0.00
Tl [kN]	0.00		0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 20.00 \text{ (kN/mc)}$$

$$\gamma = 20.00 \text{ (kN/mc)}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 15.00 \text{ (kN/mq)}$$

$$\varphi' = 26.00 \text{ (°)}$$

Valori di progetto

$$c' = 15.00 \text{ (kN/mq)}$$

$$\varphi' = 26.00 \text{ (°)}$$

Profondità della falda

$$Z_w = 0.00 \text{ (m)}$$

$$e_B = 0.00 \text{ (m)}$$

$$e_L = 0.00 \text{ (m)}$$

$$B^* = 1.50 \text{ (m)}$$

$$L^* = 1.00 \text{ (m)}$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 13.00 \text{ (kN/mq)}$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 10.00 \text{ (kN/mc)}$$

Nc, Nq, Nγ : coefficienti di capacità portante	sc, sq, sy : fattori di forma	ic, iq, iy : fattori di inclinazione del carico
$Nq = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$ $Nq = 11.85$	$s_c = 1 + B^* Nq / (L^* Nc)$ $s_c = 1.36$	$m_0 = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) =$ $m_1 = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) =$
$Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi'$ $Nc = 22.25$	$s_q = 1 + B^* \tan \varphi' / L^*$ $s_q = 1.33$	$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cot \varphi'))^m$ $i_q = 1.00$
$N\gamma = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan \varphi'$ $N\gamma = 12.54$	$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot B^* / L^*$ $s_\gamma = 0.73$	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$ $i_c = 1.00$
		$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cot \varphi'))^{(m+1)}$ $i_\gamma = 1.00$

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 106 di 109

d_c, d_q, d_y : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan \phi' (1 - \sin \phi)^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan \phi' (1 - \sin \phi)^2) * \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1.28$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \phi')$$

$$d_c = 1.31$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$

b_c, b_q, b_y : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \phi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \phi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_y = b_q$$

$$b_y = 1.00$$

g_c, g_q, g_y : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \phi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_y = g_q$$

$$g_y = 1.00$$

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14- FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	FA.14.0.0.002	A	107 di 109

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 899.15 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 60.00 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 390.93 \geq q = 60.00 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni totali

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = ML/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 20.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 20.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$$c_u = 100.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$e_B = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

Valore di progetto

$$c_u = 100.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$B^* = 1.50 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1.00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 26.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 20.00 \quad (\text{kN/mc})$$

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 108 di 109

N_c : coefficiente di capacità portante

$$N_c = 2 + \pi$$

$$N_c = 5.14$$

s_c : fattori di forma

$$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$$

$$s_c = 1.13$$

i_c : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.40$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.60$$

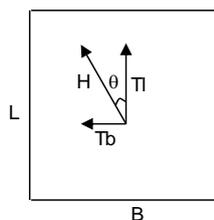
$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 1.40$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e m=(m_bsin²θ+m_lcos²θ) in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^*L^* c_u N_c))$$

$$i_c = 1.00$$



d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per D/B* ≤ 1; d_c = 1 + 0,4 D / B*

per D/B* > 1; d_c = 1 + 0,4 arctan (D / B*)

$$d_c = 1.37$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
FA14– FABBRICATO ENEL Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA.14.0.0.002	REV. A	FOGLIO 109 di 109

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 821.76 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Pressione massima agente

$$q = N / B * L *$$

$$q = 60.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 357.29 \geq q = 60.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$