

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	Ing. FEDERICO DURASTANTI	Ing. PIETRO MAZZOLI
		Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI-BARI

### RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

### 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

### FABBRICATI – ELABORATI STRUTTURALI

FA03 – PC – Relazione di calcolo

APPALTATORE	SCALA:
Consorzio CFT IL DIRETTORE TECNICO Geom. C. BIANCHI 13-09-2018	-

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

I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	C	L	F	A	0	3	2	0	0	0	1	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione	M.Botta	10-07-2018	F.Durastanti	10-07-2018	P. Mazzoli	10-07-2018	F.Durastanti	
B	Rev. Istruttoria ITF 29/08/18	M.Botta	13-09-2018	F.Durastanti	13-09-2018	P. Mazzoli	13-09-2018		
									13-09-2018

File: IF1N.0.1.E.ZZ.CL.FA.03.2.0.001.B.doc	n. Elab.:
--	-----------

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>2 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	2 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	2 di 101								

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI.....	6
3.2	DOCUMENTI CORRELATI.....	6
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>7</b>
4.1	CEMENTO ARMATO .....	7
4.1.1	CALCESTRUZZO .....	7
4.1.2	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA .....	8
4.1.3	COPRIFERRO .....	9
<b>5</b>	<b>TERRENO DI FONDAZIONE.....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>12</b>
6.1	PESO PROPRIO STRUTTURE .....	12
6.1.1	STRUTTURA PRINCIPALE IN C.A. ....	12
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	13
6.3	SOVRACCARICHI VARIABILI .....	13
6.4	AZIONE DELLA NEVE .....	13
6.5	AZIONE DEL VENTO.....	14
6.6	VARIAZIONI TERMICHE .....	16
6.7	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI .....	17
6.8	AZIONE SISMICA .....	18
<b>7</b>	<b>MODELLO STRUTTURALE E COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>	<b>22</b>
7.1	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO.....	22
7.2	COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	32
<b>8</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>36</b>
8.1	SOLAIO DI COPERTURA.....	36

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>3 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	3 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	3 di 101								

<b>8.2</b>	<b>VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI .....</b>	<b>37</b>
<b>8.3</b>	<b>TRAVI DI BORDO 40X60.....</b>	<b>38</b>
8.3.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	40
8.3.2	VERIFICA A TAGLIO.....	44
8.3.3	VERIFICA A TORSIONE.....	47
8.3.4	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	48
<b>8.4</b>	<b>TRAVE PRINCIPALE INTERNA (50X60).....</b>	<b>51</b>
8.4.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	52
8.4.2	VERIFICA A TAGLIO.....	57
8.4.3	VERIFICA A TORSIONE: .....	59
8.4.4	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	60
<b>8.5</b>	<b>PILASTRI (40X50).....</b>	<b>64</b>
8.5.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	66
8.5.2	VERIFICA A TAGLIO.....	77
8.5.3	VERIFICA A TORSIONE.....	80
8.5.4	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	82
<b>8.6</b>	<b>VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI</b> <b>ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO) .....</b>	<b>85</b>
<b>9</b>	<b>FONDAZIONI.....</b>	<b>86</b>
<b>9.1</b>	<b>TRAVI DI FONDAZIONE.....</b>	<b>86</b>
9.1.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	88
9.1.2	VERIFICA A TAGLIO.....	94
<b>9.2</b>	<b>CORDOLI DI COLLEGAMENTO.....</b>	<b>96</b>
<b>9.3</b>	<b>VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE.....</b>	<b>97</b>

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>4 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	4 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	4 di 101								

## 1 PREMESSA

Nell'ambito dell'Itinerario Napoli - Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Canello-Benevento - 1° Lotto Funzionale Canello - Frasso Telesino e la variante alla linea storica Roma-Napoli via Cassino nel Comune di Maddaloni oggetto della Progettazione Esecutiva in esame.

Allo scopo di ospitare le tecnologie di linea verranno realizzati i fabbricati riportati nella seguente tabella.

WBS	km	Descrizione	Locali	B (m)	L (m)
FA01	-	FA Maddaloni Inferiore	BT - IS/TLC	17,20	7,00
FA03	1+400	PC	BT - GE - SIAP -IS/TLC -WC -DM	39,20	8,00
FA04	2+545	PC	GE - CENTRALINA -IS/TLC	21,40	7,00
FA05 1	2+735	PGEP Imbocco S	GE - MT -BT -TLC GEST. EMRG-VASCA	27,30	7,00
FA05 2			LOC. UTENTE - Cons. MT - MIS	8,80	7,00
FA06 1	5+504	PGEP Finestra	TLC - MT -BT - GE	21,40	7,00
FA06 2			MISURE - CONSEGNA MT - UTENTE	8,80	7,00
FA07 1	7+040	PGEP Imbocco N	GE - MT -BT -TLC GEST. EMRG-VASCA	31,50	7,00
FA07 2			LOC. UTENTE - Cons. MT - MIS	8,80	7,00
FA08	7+550	FA Valle Maddaloni	BT - IS/TLC - GE	21,40	7,00
FA09	11+830	FA IS/TLC	BT - IS/TLC	17,20	7,00
FA10	15+200	FA Dugenta	BT - GE - SIAP -IS/TLC -WC -DM	39,20	8,00

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di calcolare e verificare la strutture in elevazione e in fondazione dei fabbricati tecnologici FA03 e FA10 le cui strutture sono identiche così come le funzioni e le conseguenti apparecchiature che andranno ad ospitare. Pertanto, nel seguito, si farà riferimento ad un unico fabbricato.

Il fabbricato oggetto della presente relazione sarà realizzato al fine di ospitare i seguenti locali:

- Locale bassa tensione;
- Locale gruppo elettrogeno;
- Locale SIAP;
- Sala IS / TLC;
- Locale DM con WC.

Si attribuisce una vita nominale  $V_N = 75$  anni e la classe d'uso III con coefficiente d'uso  $C_u = 1.50$ , in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 14/01/2008 par. 2.4;
- Circ. 02/02/2009, n. 617 par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);
- "Istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari" (rif. RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A) par. 1.1.

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi  $V_R = C_u \times V_N = 112,5$  anni.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>5 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	5 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	5 di 101								

La struttura in pianta del fabbricato ha forma rettangolare avente le seguenti dimensioni 8.00 m x 39.20 m, comprensiva del rivestimento con pannellature prefabbricate.

Il sistema strutturale è caratterizzato da un telaio spaziale monolivello avente copertura piana costituito da una campata in direzione trasversale di luce 7.20 m circa mentre, parallelamente al lato lungo, è suddiviso in 8 campate di luce pari a 4.80 m.

La struttura relativa alla parte in elevazione è costituita da travi e pilastri in cemento armato. 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 22 cm e comprende 4 cm di prédalles, 14 cm di nervature e 4 cm di caldana superiore.

Le lastre in c.a.p. sono larghe 120 cm e presentano tre tralici 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 poggiate direttamente sui telai trasversali disposti a 4.80 m di interasse.

I pilastri hanno dimensione in pianta di 40x50 cm, le travi perimetrali (longitudinali e trasversali) hanno dimensioni 40x60 cm, mentre le travi trasversali interne risultano 50x60 cm.

Il sistema di fondazione è realizzato in opera mediante un graticcio di travi rovesce poste perimetralmente e collegate tra loro trasversalmente mediante dei cordoli (per le caratteristiche dimensionali della fondazione si rimanda agli elaborati grafici specifici). Il rivestimento esterno è ottenuto mediante pannelli di tamponamento prefabbricati.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>6 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	6 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	6 di 101								

## 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 3.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

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

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Rif. [1] - Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);
- Rif. [2] - Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- Rif. [3] - Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 . Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Rif. [4] - Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 21/10/2003;
- Rif. [5] - Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici.
- Rif. [6] - UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici;
- Rif. [7] - UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità;
- Rif. [8] - UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno.
- Rif. [9] 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

### 3.2 DOCUMENTI CORRELATI

I documenti correlati sono:

Rif. [10]	FA03 - Pianta scavi e sezioni trasversali	IF1N	01	E	ZZ	PA	FA	0	3	00	001
Rif. [11]	FA03 - Planimetria piazzale con sistemazioni idrauliche	IF1N	01	E	ZZ	PA	FA	0	3	00	002
Rif. [12]	FA03 - PC - piante	IF1N	01	E	ZZ	PB	FA	0	3	10	001
Rif. [13]	FA03 - PC - prospetti, sezioni e particolari	IF1N	01	E	ZZ	WB	FA	0	3	10	001
Rif. [14]	FA03 - PC - Pianta fondazioni	IF1N	01	E	ZZ	BB	FA	0	3	20	001
Rif. [15]	FA03 - PC - Carpenteria copertura	IF1N	01	E	ZZ	BB	FA	0	3	20	002
Rif. [16]	FA03 - PC - Sezioni di carpenteria	IF1N	01	E	ZZ	BB	FA	0	3	20	003

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>7 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	7 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	7 di 101								

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 CEMENTO ARMATO

#### 4.1.1 CALCESTRUZZO

Si riportano di seguito due tabelle riepilogative del tipo e delle caratteristiche del calcestruzzo adottato per i diversi elementi strutturali:

	Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
Classe di resistenza	C28/35	C28/35	C25/30
Classe di esposizione	XC3	XC3	XC2
Condizioni ambientali	ordinarie	ordinarie	ordinarie
Rapporto acqua/cemento		0,55	0,60

		Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
R <sub>ck</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	35	35	30
f <sub>ck</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	28	28	25
f <sub>cm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	36	36	33
α <sub>cc</sub>	(-)	0,85	0,85	0,85
γ <sub>c</sub>	(-)	1,5	1,5	1,5
f <sub>cd</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	15,87	15,87	14,17
f <sub>ctm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	2,77	2,77	2,56
f <sub>ctk</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	1,94	1,94	1,79
f <sub>ctd</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	1,29	1,29	1,19
f <sub>cfm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	3,32	3,32	3,07
f <sub>cfk</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	2,324	2,324	2,15
E <sub>c</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	32308	32308	31476

Dove:

R<sub>ck</sub> = Resistenza cubica caratteristica a compressione

f<sub>ck</sub> = 0.83·R<sub>ck</sub> = Resistenza cilindrica caratteristica

f<sub>cm</sub> = f<sub>ck</sub> + 8 (N/mm<sup>2</sup>) = Resistenza cilindrica media a compressione

α<sub>cc</sub> = Coefficiente per effetti a lungo termine e sfavorevoli: α<sub>cc</sub> (t > 28gg) = 0.85

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>8 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	8 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	8 di 101								

$\gamma_c = 1.5$ ; viene ridotto a 1.4 per produzioni continuative di elementi o strutture soggette a controllo continuativo del calcestruzzo dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto quadratico medio e valore medio

della resistenza) non superiore al 10%.  $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} =$  Resistenza di calcolo a compressione

$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3}$  [per classi  $\leq C50/60$ ] = Resistenza cilindrica media a trazione

$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$  = Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c}$  = Resistenza di calcolo a trazione

$f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm}$  = Resistenza media a trazione per flessione

$f_{cfk} = 0.7 \cdot f_{cfm}$  = Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

$E_{cm} = 22000 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0.3}$  = Modulo Elastico

Coefficiente di Poisson:

Secondo quanto prescritto al punto 11.2.10.4 della NTC2008, per il coefficiente di Poisson può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0.2 (calcestruzzo non fessurato).

Coefficiente di dilatazione termica:

In sede di progettazione, o in mancanza di una determinazione sperimentale diretta, per il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può assumersi un valore medio pari a  $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  (NTC2008 – 11.2.10.5).

#### 4.1.2 ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA

Si adotta acciaio tipo B450C come previsto al punto 11.3.2.1 delle NTC2008, per il quale si possono assumere le seguenti caratteristiche:

Resistenza a trazione – compressione:

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$  = Resistenza caratteristica di rottura

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$  = Resistenza caratteristica a snervamento

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \text{ N/mm}^2$  = Resistenza di calcolo

dove:

$\gamma_s = 1.15$  = Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio.

Modulo Elastico:

$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo:

		Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
$f_{bk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	4.36	4,36	4,36
$f_{bd}$	(N/mm <sup>2</sup> )	2.90	2,90	2,90

dove:

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">FA0320 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">9 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	9 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	9 di 101								

$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk}$  = Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza

$f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c}$  = Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo

$\eta = 1.0$  – per barre di diametro  $\Phi \leq 32$  mm;

$\gamma_c = 1.5$  – Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo.

#### 4.1.3 COPRIFERRO

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato nella tabella C4.1.IV della Circolare 2.2.2009, riportata di seguito, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC.

			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	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	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

Ai valori riportati nella tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm. Si riportano di seguito i copriferri adottati, determinati in funzione della classe del cls e delle condizioni ambientali.

	Ambiente	Copriferro minimo	Tolleranza di posa	Copriferro nominale
Struttura in elevazione	Ordinario	25	10	35
Lastre predalles	Ordinario	20	0	20
Fondazioni	Ordinario	25	10	35

In definitiva si prescrive che in fondazione e in elevazione tranne che per le lastre predalles il copriferro netto non deve essere inferiore a 40mm.

#### 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.

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>10 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	10 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	10 di 101								

## 5 TERRENO DI FONDAZIONE

Per le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione si assumono le condizioni peggiori tra quelle indicate nella relazione geotecnica di linea IF1N01EZZRBGE0005001 per le opere seguenti che sono prossime ai due fabbricati FA03 (km 1+400) e FA10 (km 15+200).

### Rilevato - da 0+000 a 1+019.324

Nel seguito si riportano le tabelle contenenti la stratigrafia di progetto per l'opera in esame e i relativi parametri geotecnici di calcolo.

I sondaggi di riferimento sono: S114, P8 e PNIF51V03

Strato	Profondità Da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	N <sub>SPT</sub> (colpi/30cm)
1	0.0	2.0 ÷ 4.0	Sabbie limose	-
2	2.0 ÷ 4.0	12.0÷15.0	Tufo litoide giallastro	20 – 40
3	12.0÷15.0	40.0	Tufo grigio alterato	10 – 20
<b>Profondità della falda: 15÷20 m da p.c.</b>				

Parametri	Strato 1	Strato 2	Strato 3
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	17	13.5 – 14.5	13.5 – 14.5
GSI	-	35	-
$\sigma_c$ (MPa)	-	2	-
$\sigma_t$ (MPa)	-	-	-
$m_i$ (-)	-	13	-
$\phi'$ (°)	32	30	33
$c'$ (kPa)	0	20	0
$c_u$ (kPa)	-	-	-
$V_s$ (m/s)	100 – 120 <sup>(*)</sup>	400 – 500 <sup>(*)</sup>	180 – 250 <sup>(*)</sup>
$G_0$ (MPa)	15 – 25 <sup>(*)</sup>	-	60 – 120 <sup>(*)</sup>
$E_{op}$ (MPa)	7 – 10 <sup>(*)</sup>	35 – 40 <sup>(*)</sup>	25 – 50 <sup>(*)</sup>
$\nu'$ (-)	0.25	0.2	0.25
$k$ (m/s)	$5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-5}$

Nota: <sup>(\*)</sup> crescente con la profondità

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA0320 001	REV. B

**Rilevato - da 14+914.462 a 15+300.000**

Nel seguito si riportano le tabelle contenenti la stratigrafia di progetto per l'opera in esame e i relativi parametri geotecnici di calcolo.

I sondaggi di riferimento sono: P25, S01-D-2015 e S02-D-2015.

Strato	Profondità Da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	N <sub>SPT</sub> (colpi/30cm)
1	0.0	4.0 ÷ 5.0	Limi sabbiosi	-
2	4.0 ÷ 5.0	25.0 ÷ 28.0	Sabbie limose	20 - 30
3	25.0 ÷ 28.0	50.0	Argille lacustri	-
<b>Profondità della falda: 4 ÷ 5 m da p.c.</b>				

Parametri	Strato 1	Strato 2	Strato 3
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	17	17.0	18.0 – 19.0
GSI	-	-	-
$\sigma_c$ (MPa)	-	-	-
$\sigma_t$ (MPa)	-	-	-
$m_i$ (-)	-	-	-
$\phi'$ (°)	30	32	-
$c'$ (kPa)	0	0	-
$c_u$ (kPa)	-	-	80 – 200 <sup>(*)</sup>
$V_s$ (m/s)	80 – 120 <sup>(*)</sup>	170 - 200 <sup>(*)</sup>	250 - 350 <sup>(*)</sup>
$G_0$ (MPa)	12 – 25 <sup>(*)</sup>	70 - 90 <sup>(*)</sup>	120 – 230 <sup>(*)</sup>
$E_{op}$ (MPa)	6 – 10 <sup>(*)</sup>	30 - 40 <sup>(*)</sup>	50 - 100 <sup>(*)</sup>
$\nu'$ (-)	0.25	0.25	0.25
$k$ (m/s)	$5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-7}$

Nota: (\*) crescente con la profondità

Per le verifiche geotecniche si assumono le caratteristiche riportate nella stratigrafia del **rilevato - da 14+914.462 a 15+300.000**.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>12 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	12 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	12 di 101								

## 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 sismica;
- azione del vento;
- azione della neve;
- variazioni termiche;
- effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli.

Nel progetto strutturale in esame, al fine di una progettazione tipologica che consenta l'impiego del fabbricato su tutta la rete ferroviaria nazionale, le azioni esterne, quali vento e neve, sono state valutate considerando le condizioni più gravose in accordo con la dislocazione delle stazioni sul territorio nazionale lungo le tratte principali. Seguendo la stessa logica, l'azione sismica è stata calcolata facendo riferimento ad una zona avente sismicità elevata e che è stata individuata in corrispondenza del comune di Reggio Calabria.

### 6.1 PESO PROPRIO STRUTTURE

#### 6.1.1 STRUTTURA PRINCIPALE IN C.A.

- Solaio di copertura

E' realizzato con lastre predalles in cemento armato precompresso di altezza 22 cm

Solaio in lastre Predalles (H =4+14+4=22cm)

Predalle	s = 4 cm
Nervatura	h = 14 cm
Caldana	s' = 4 cm

p.p. solaio = 3.50 kN/m<sup>2</sup>

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

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

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>13 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	13 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	13 di 101								

## 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 **4,25 kN/m<sup>2</sup>**.

Il peso per unità di superficie moltiplicato per l'altezza totale del singolo pannello h=5,60 m, trascurando le eventuali aperture, è pari a 23,8 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 **11,9 kN/m**.

- Carichi permanenti non strutturali agenti in copertura

Incidenza zone piene solaio	0,20 kN/m <sup>2</sup>
Massetto delle pendenze	0,60 kN/m <sup>2</sup>
Strato coibente	0,10 kN/m <sup>2</sup>
Guaina di impermeabilizzazione	0,20 kN/m <sup>2</sup>
Malta di allettamento (2 cm)	0,40 kN/m <sup>2</sup>
Pavimento	0,80 kN/m <sup>2</sup>
Intonaco intradosso	0,30 kN/m <sup>2</sup>
Incidenza impianti	0,30 kN/m <sup>2</sup>
Controsoffitto	0,10 kN/m <sup>2</sup>
<b>Totale carico:</b>	<b>3.00 kN/m<sup>2</sup></b>

## 6.3 SOVRACCARICHI VARIABILI

Il sovraccarico variabile in copertura è assunto pari a 0,50 kN/m<sup>2</sup> in quanto copertura accessibile per sola manutenzione.

## 6.4 AZIONE DELLA NEVE

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle NTC2008. Il carico provocato dalla neve sulle coperture è definito dall'espressione seguente:

$$q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk}$$

dove:

$\mu_i$  - Coefficiente di forma della copertura;

$C_e$  - Coefficiente di esposizione;

$C_t$  - Coefficiente termico;

$q_{sk}$  - Valore di riferimento del carico neve al suolo.

Per la valutazione di  $q_{sk}$  si è fatto riferimento ad un sito posto in zona I - Mediterranea, con altezza sul livello del mare pari a 750 m:

$$q_{sk} = 3.55 \text{ kN/m}^2$$

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>14 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	14 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	14 di 101								

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in tabella 3.4.I. NTC2008. Per il caso in esame, essendo un tipologico, si assume  $C_e = 1.0$ .

Il coefficiente termico  $C_t$  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  $C_t = 1.0$  (3.4.4 - NTC2008).

Il coefficiente di forma della copertura dipende dall'angolo di inclinazione della falda, i valori proposti dalla normativa vigente vengono riportati nella Tab.3.4.II (DM 14 Gennaio 2008):

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Nel caso in esame si ha  $\alpha = 0^\circ$  pertanto:

$$\mu_1(0^\circ) = 0,8$$

Si assume una distribuzione uniforme del carico da neve per la copertura piana, quindi si ha:

$$q_s = 0.8 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 3.55 = \mathbf{2.84 \text{ kN/m}^2}$$

## 6.5 AZIONE DEL VENTO

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al punto 3.3.3 – NTC2008. Per il calcolo dell'azione statica equivalente dovuta al vento, si è fatto riferimento ad un sito posto in zona 4, con altezza sul livello del mare pari a 750 m.

Pressione del vento:

La pressione del vento, considerata come azione statica agente normalmente alle superfici, è data dall'espressione:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

dove

- $q_b$  - Pressione cinetica di riferimento
- $c_e$  - Coefficiente di esposizione
- $c_p$  - Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)
- $c_d$  - Coefficiente dinamico che si assume unitario.

Pressione cinetica di riferimento:

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  in ( $\text{N/m}^2$ ) è data dall'espressione:

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

dove:

- $v_b$  - Velocità di riferimento del vento;

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>15 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	15 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	15 di 101								

- $\rho$  – Densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a  $1.25 \text{ kg/m}^3$ .

In mancanza di indagini statistiche adeguate, la velocità di riferimento del vento  $v_b(T_R)$  riferita ad un generico periodo di ritorno  $T_R$  può essere valutata, nel campo compreso tra 10 e 500 anni, con l'espressione:

$$V_b(T_R) = \alpha \cdot v_b$$

dove:

$v_b$  – Velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni;

$\alpha_R$  – Coefficiente posto in un diagramma in funzione di  $T_R$  espresso in anni;

Il periodo di ritorno  $T_R$  al quale si è fatto affidamento per la valutazione della velocità di riferimento del vento risulta pari a 100 anni (in accordo con il periodo di riferimento  $V_R$  della struttura).

Coefficiente di esposizione:

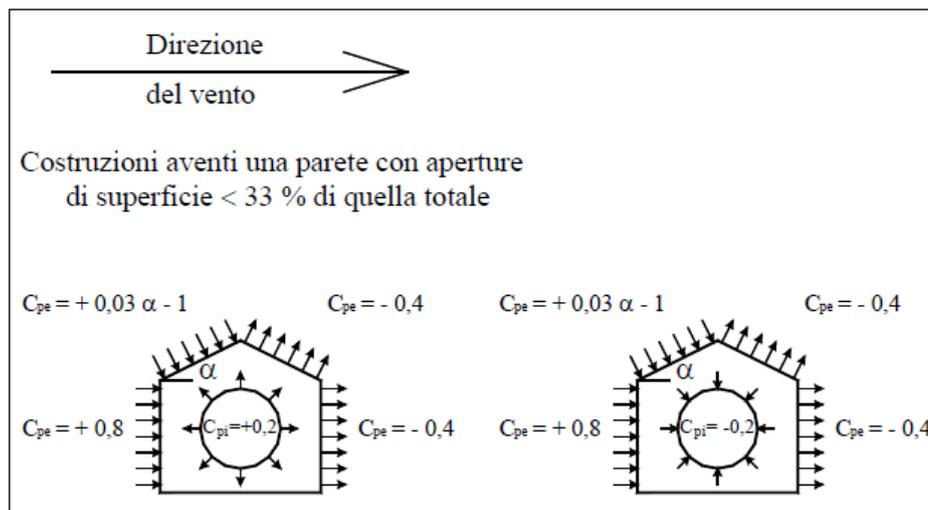
Il coefficiente d'esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. Per il caso in esame considerando zona 4, classe di rugosità del terreno D e categoria d'esposizione del sito II, il coefficiente di esposizione, per un'altezza massima del fabbricato di 4.70 m, risulta pari ad 1.90.

Coefficiente dinamico:

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura. Esso è assunto cautelativamente pari ad 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  $c_p = - 0,4$ ;

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

Si riporta di seguito il prospetto delle caratteristiche assunte per la determinazione della pressione normale del vento secondo normativa:

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>16 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	16 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	16 di 101								

<b>Azione Normale Vento</b>		
Zona	4	
$a_s$	750	m
$a_0$	500	m
$v_{b,0}$	28	m/s
$K_a$	0.02	1/s
$v_b(T_R)$	34.29	m/s
$q_b$	0.74	kN/m <sup>2</sup>
Categoria di esposizione sito	II	
$k_r$	0.19	
$z_0$	0.05	m
$z_{min}$	4	m
$c_e(z_{min})$	1.80	
$z$ (altezza costruzione sul suolo)	4.70	m
$c_d$	1	
$c_e(z)$	1.93	
$\alpha$ (Inclinazione copertura)	0	°
$c_{p1}$ (Copertura)	- 0.20	
$c_{p2}$ (Elementi Verticali - Sopravento)	+ 1.00	
$c_{p3}$ (Elementi Verticali – Sottovento)	- 0.20	
$p_1$ (Pressione vento in copertura)	<b>-0,28</b>	kN/m <sup>2</sup>
$p_2$ (Pressione vento elementi verticali - Sopravento)	<b>+ 1,41</b>	kN/m <sup>2</sup>
$p_3$ (Pressione vento elementi verticali - Sottovento)	<b>- 0,28</b>	kN/m <sup>2</sup>

## 6.6 VARIAZIONI TERMICHE

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  $\Delta T_u$ , ricavandola direttamente dalla Tab. 3.5.II delle NTC 2008 che viene riportata nel seguito.

Nel caso in cui la temperatura costituisca, invece, azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura, l'andamento della temperatura  $T$  nelle sezioni degli elementi strutturali deve essere valutato più approfonditamente studiando il problema della trasmissione del calore.

**Tabella 3.5.II – Valori di  $\Delta T_u$  per gli edifici**

Tipo di struttura	$\Delta T_u$
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15$ °C
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10$ °C
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25$ °C
Strutture in acciaio protette	$\pm 15$ °C

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>17 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	17 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	17 di 101								

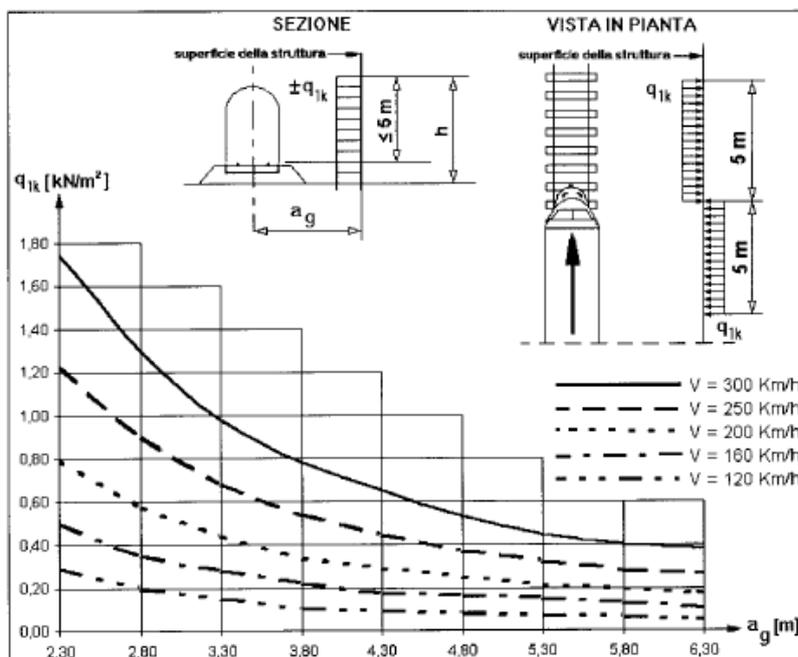
Nel caso in esame, , si tiene conto della sola componente  $\Delta T_u$  e in particolare si assume  $\Delta T_u = \pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$  per tutta la struttura.

## 6.7 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° RFIDTCICIPOSPINF001A) 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:  
 $a_g = 5.00 \text{ m}$ ;  
 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 seguente in base alla velocità  $V = 300 \text{ km/h}$  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.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>18 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	18 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	18 di 101								

## 6.8 AZIONE SISMICA

Per la definizione dell'azione sismica sono necessarie delle valutazioni preliminari relative alle seguenti caratteristiche proprie della costruzione (2.4 – NTC2008):

- Vita Nominale ( $V_N$ );
- Classe d'uso ( $C_u$ );
- Periodo di Riferimento ( $V_R$ ).

Si attribuisce una vita nominale  $V_N = 75$  anni e la classe d'uso III con coefficiente d'uso  $C_u=1,5$ , in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 14/01/2008 par. 2.4;
- Circ. 02/02/2009, n. 617 par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);
- "Istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari" (rif. RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A) par. 1.1.

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi  $V_R = C_u \times V_N = 112,5$  anni.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissata probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  (3.2 – NTC2008).

La normativa NTC2008 definisce le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  – Accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$  - Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei confronti delle azioni sismiche si definiscono due stati limite di esercizio e due ultimi, che sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso (3.2.1 – NTC2008), ai quali corrispondono i seguenti valori dei parametri precedentemente definiti:

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III – NTC2008).

Il terreno su cui insiste la costruzione è stato assimilato ad un sottosuolo di *categoria D* in favore di sicurezza.

Nel caso in esame si può assumere una categoria topografica  $T_1$  (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ).

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

Lo spettro di risposta elastico orizzontale è descritto dalle seguenti espressioni, riportate al punto 3.2.3.2.1 – NTC2008:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>19 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	19 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	19 di 101								

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Poiché il fabbricato è dotato di solai che presentano luce inferiore a 8 m, non è stata considerata la componente verticale dell'azione sismica, come stabilito al punto 7.2.1 delle NTC2008:

Agli stati limite ultimi le capacità dissipative delle strutture possono essere considerate attraverso una riduzione delle forze elastiche, tenendo conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  considerata con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule 3.2.4 - NTC2008  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura.

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.

Un problema importante è 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.

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").

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

$$q_0 = 3.0 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$$

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:

$$\alpha_u / \alpha_1 = 1.1$$

Tuttavia la costruzione risulta NON REGOLARE IN PIANTA in quanto NON soddisfa il requisito b) riportato nel paragrafo 7.2.2 delle NTC 2008.

Essendo, poi, la struttura REGOLARE IN ALTEZZA si può assumere  $K_R=1$ .

Pertanto il fattore di struttura al quale si farà riferimento per la definizione dello spettro di progetto è  $q = 3,3$ .

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>20 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	20 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	20 di 101								

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

Per una costruzione di Classe III, devono essere effettuate le verifiche riportate nella seguente tabella, estrapolata dalla tabella C7.1.1 contenuta nella Circolare 2009:

Stato limite	Descrizione della prestazione	Riferimento norme D.M.14/01/2008	$\eta$
SLO	Contenimento del danno degli elementi non strutturali (spostamenti di interpiano)	§7.3.7.2	1
SLD	Resistenza degli elementi strutturali	§7.3.7.1	2/3
SLV	Resistenza delle strutture	§7.3.6.1	1/q
	Duttilità delle strutture	§7.3.6.2	
	Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali	§7.3.6.3	

Dato che i fabbricati tecnologici in progetto sono tipologici e sono adottati su tutta la rete nazionale, gli spettri di risposta di progetto agli stati limite SLD, SLV e SLO sono stati pertanto determinati facendo riferimento al comune di Reggio Calabria (RC) che ha il valore di accelerazione massima al sito maggiore tra quelli facenti parte della rete nazionale.

**FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO**

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 15,6621      LATITUDINE: 38,1115

Ricerca per comune

REGIONE: Calabria      PROVINCIA: Reggio Calabria      COMUNE: Reggio di Calabria

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate 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".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Gli effetti dell'azione sismica vengono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali dovuti al peso proprio ( $G_1$ ), ai sovraccarichi permanenti ( $G_2$ ) e a un'aliquota ( $\psi_{2j}$ ) dei sovraccarichi accidentali ( $Q_{kj}$ ):

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

I valori dei coefficienti  $\psi_{2j}$  sono riportati nella Tabella 2.5.1 – NTC2008. Nel caso in esame i sovraccarichi accidentali che possono essere sottoposti ad eccitazione sismica sono:

- per il solaio di copertura, la neve ed il vento per copertura presentano  $\psi_{2j} = 0$ ;
- per il solaio di copertura, il sovraccarico variabile agente presenta  $\psi_{2j} = 0$ .

Per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per gli edifici, gli effetti dell'eccentricità accidentale del centro di massa possono essere

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>21 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	21 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	21 di 101								

determinati mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo. In assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0.05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica.

Gli effetti delle forze equivalenti dovute all'eccentricità accidentale, vengono portati in conto nella combinazione sismica, sommandoli al contributo delle sollecitazioni che si ottengono a valle dell'analisi dinamica lineare con spettro di risposta.

Come metodo di analisi per determinare gli effetti dell'azione sismica si è scelto di utilizzare l'analisi dinamica lineare o analisi modale con spettro di risposta, nella quale l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto.

L'analisi dinamica lineare consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale);
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- nella combinazione di questi effetti.

Come prescritto dalle NTC 2008 al paragrafo 7.3.3.1, devono essere considerati tutti i modi di vibrare con massa partecipante significativa. E' opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi, deve essere utilizzata una combinazione quadratica completa (CQC) degli effetti relativi a ciascun modo, secondo quanto definito al punto 7.3.3.1 delle NTC2008.

La risposta della struttura viene calcolata separatamente per ciascuna delle due componenti dell'azione sismica orizzontale; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando le seguenti espressioni:

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y$$

$$1.00 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_x$$

Si è infine provveduto a combinare gli effetti dell'analisi spettrale ai differenti stati limite con quelli provocati dalle forze equivalenti all'eccentricità accidentale.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>22 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	22 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	22 di 101								

## 7 MODELLO STRUTTURALE E COMBINAZIONI DI CARICO

### 7.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO

Il sistema costruttivo che caratterizza il fabbricato tecnologico in c.a. è costituito, in elevazione, da un telaio spaziale realizzato mediante la rigida connessione di travi e pilastri, e in fondazione, da un graticcio di travi longitudinali e trasversali volto a garantire un comportamento opportunamente rigido nei confronti dei meccanismi di interazione con il terreno.

Lo step del lavoro relativo al calcolo computazionale e alla definizione dell'output, in termini di caratteristiche di sollecitazione e deformazioni per i vari elementi strutturali, prevede un approccio preliminare basato sulla modellazione della struttura attraverso un processo di discretizzazione agli elementi finiti facendo riferimento ad un modello elastico. 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.

L'interazione tra terreno e struttura è stata studiata ipotizzando un comportamento elastico del terreno. L'intera struttura è poggiata a terra su un letto di molle alla Winkler la cui rigidità viene assegnata per unità di lunghezza di elemento. Il coefficiente di fondazione (Winkler) 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 partecipanti all'eccitazione dinamica dovuta al terremoto. Pertanto nel modello le masse strutturali coincidono con i carichi caratteristici permanenti strutturali e non strutturali (i carichi di esercizio dovuti alla manutenzione sono trascurati).

La presenza del solaio di copertura è stata modellata mediante un vincolo di diaframma al livello di copertura, oltre che con l'assegnazione dei carichi alle travi. L'assegnazione dei carichi alle travi è stata effettuata sulla base della tessitura dei solai secondo il criterio della larghezza d'influenza. Agli elementi in elevazione è stato assegnato un carico termico, pari a quello riportato nell'analisi dei carichi.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo:

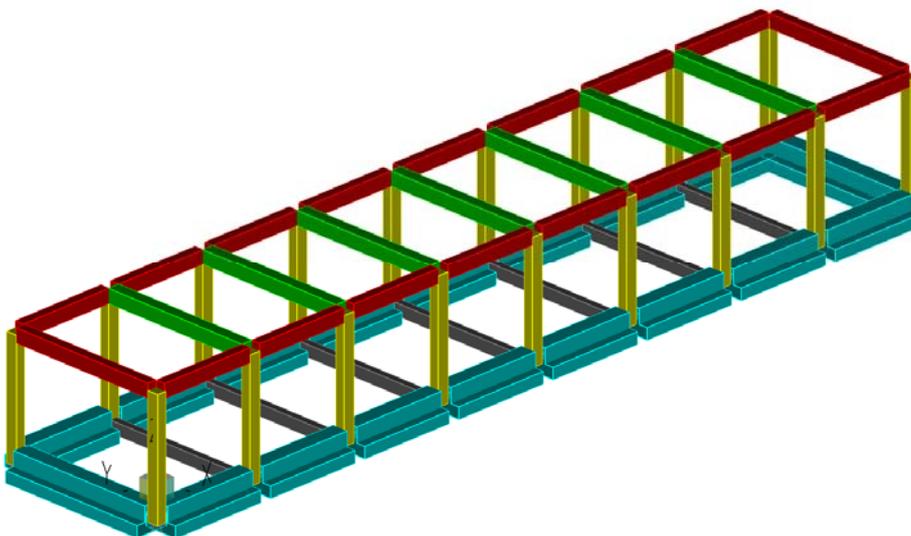


Figura 7-1 Modello di calcolo – Vista estrusa del modello.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	23 di 101

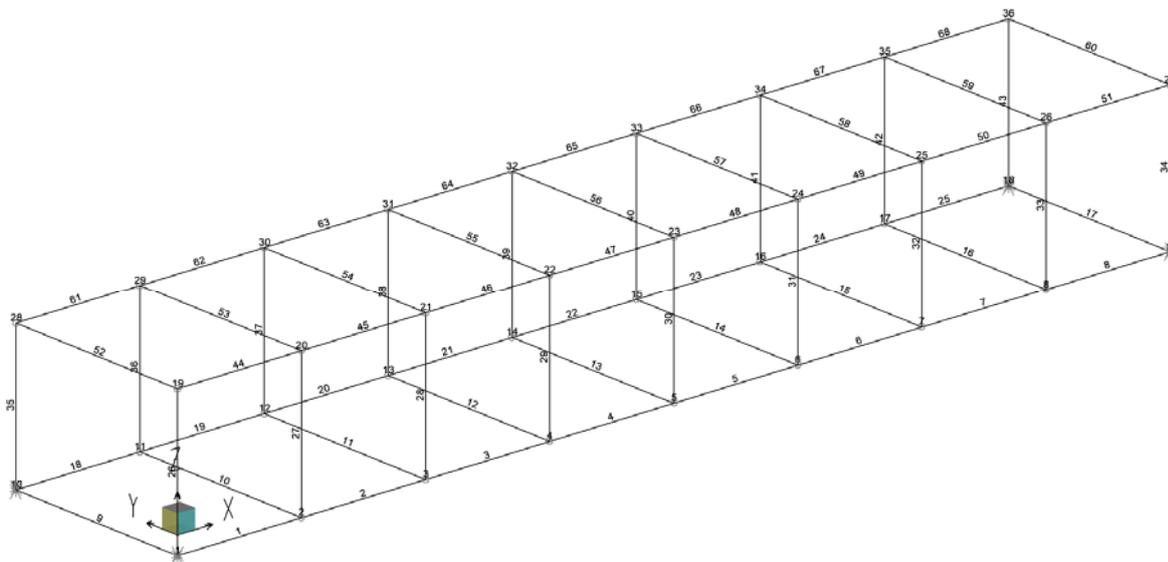


Figura 7-2 Modello di calcolo – numerazione frames e nodi.

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLU)

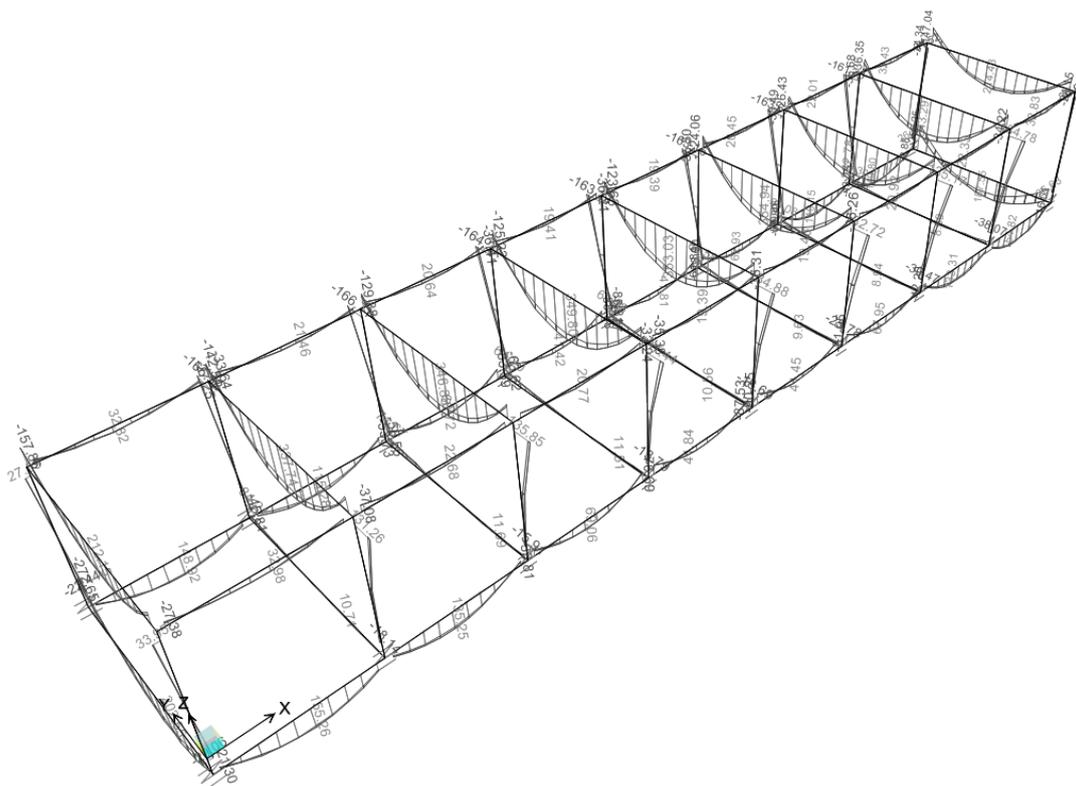


Figura 7-3 Modello di calcolo – Diagramma M33 – Combinazione “COMB\_INV\_SLU”.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

01 E ZZ

CL

FA0320 001

B

24 di 101

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLV)

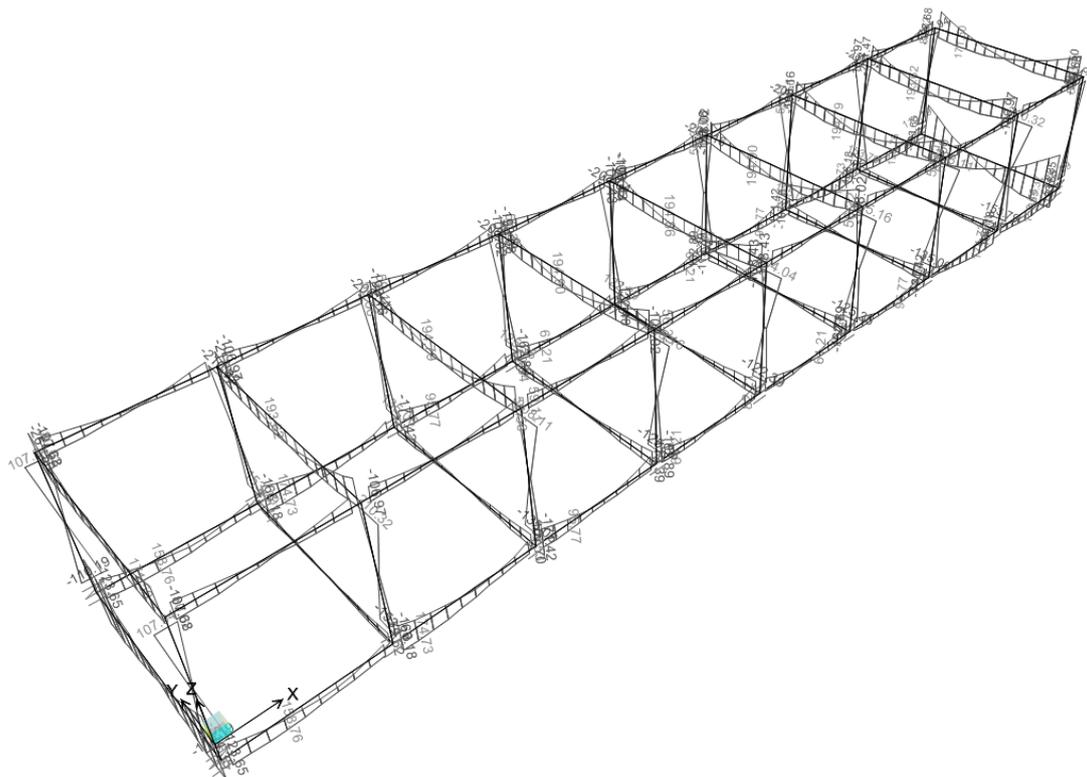


Figura 7-4 Modello di calcolo – Diagramma M33 – Combinazione “COMB\_INV\_SLV”.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	25 di 101

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLU)

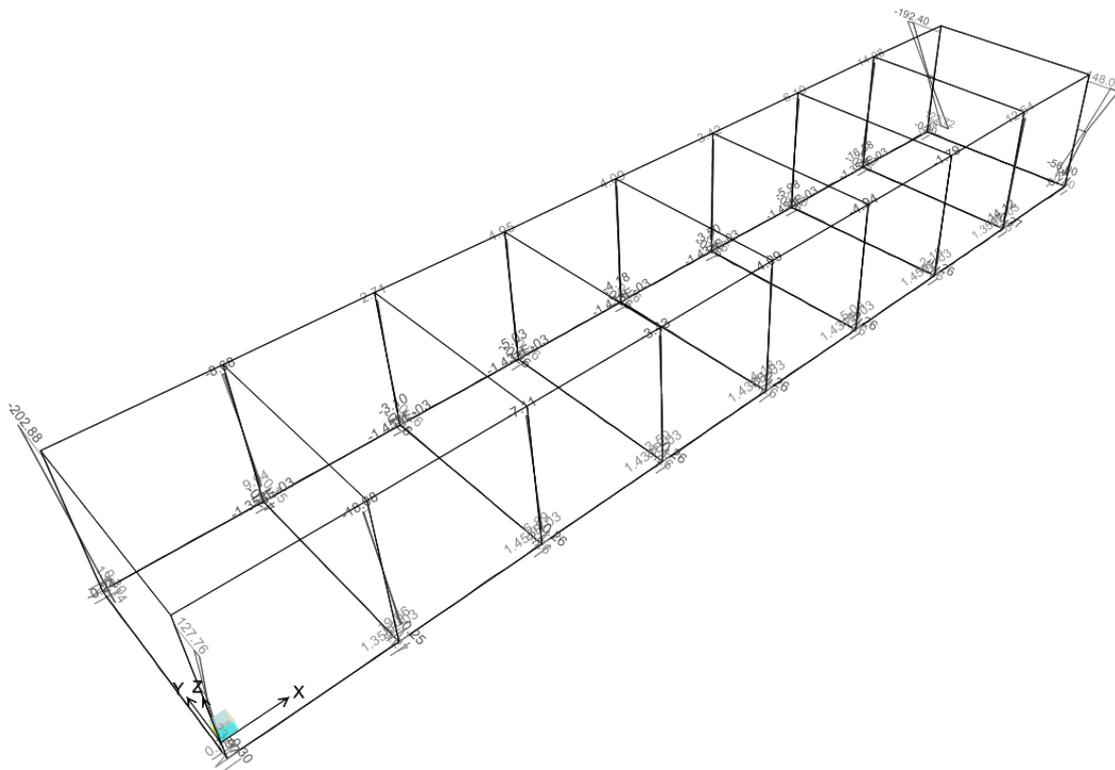
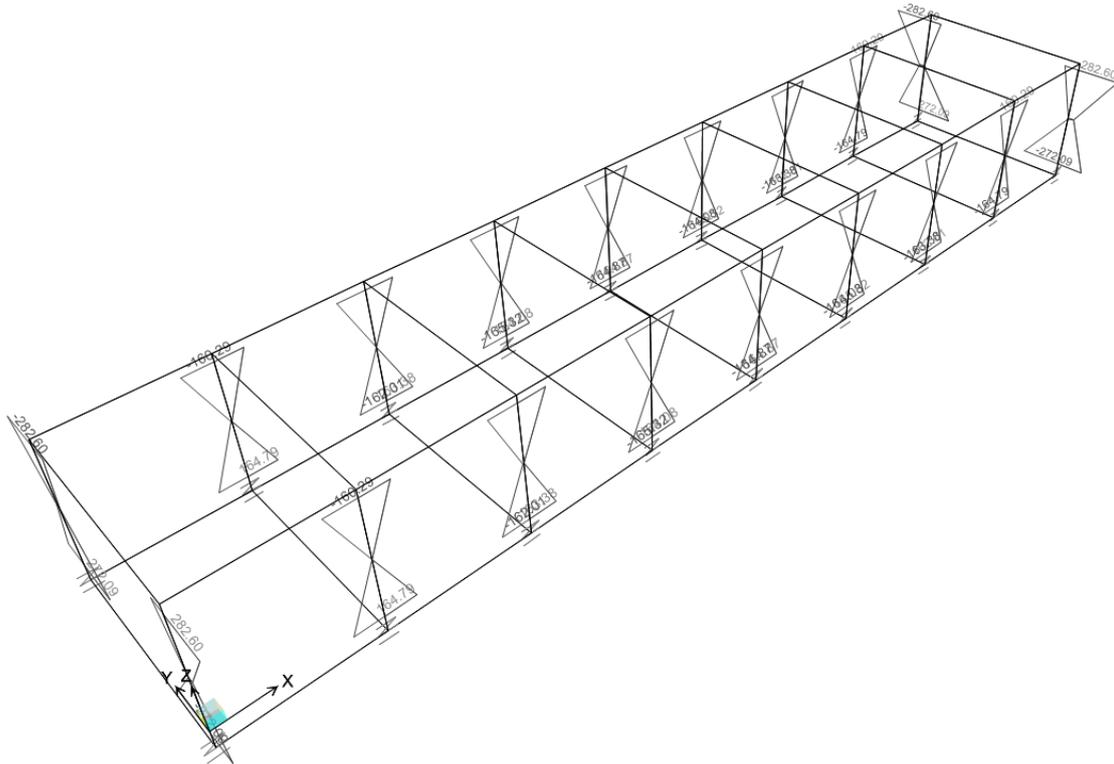


Figura 7-5 Modello di calcolo – Diagramma M22 – Combinazione “COMB\_INV\_SLU”.

	<p><b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b>  <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b>  <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b>  <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b></p>												
<p><b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b>  <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b></p>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>26 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	26 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	26 di 101								

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLV)



**Figura 7-6 Modello di calcolo – Diagramma M22 – Combinazione “COMB\_INV\_SLV”.**

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	27 di 101

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLU)

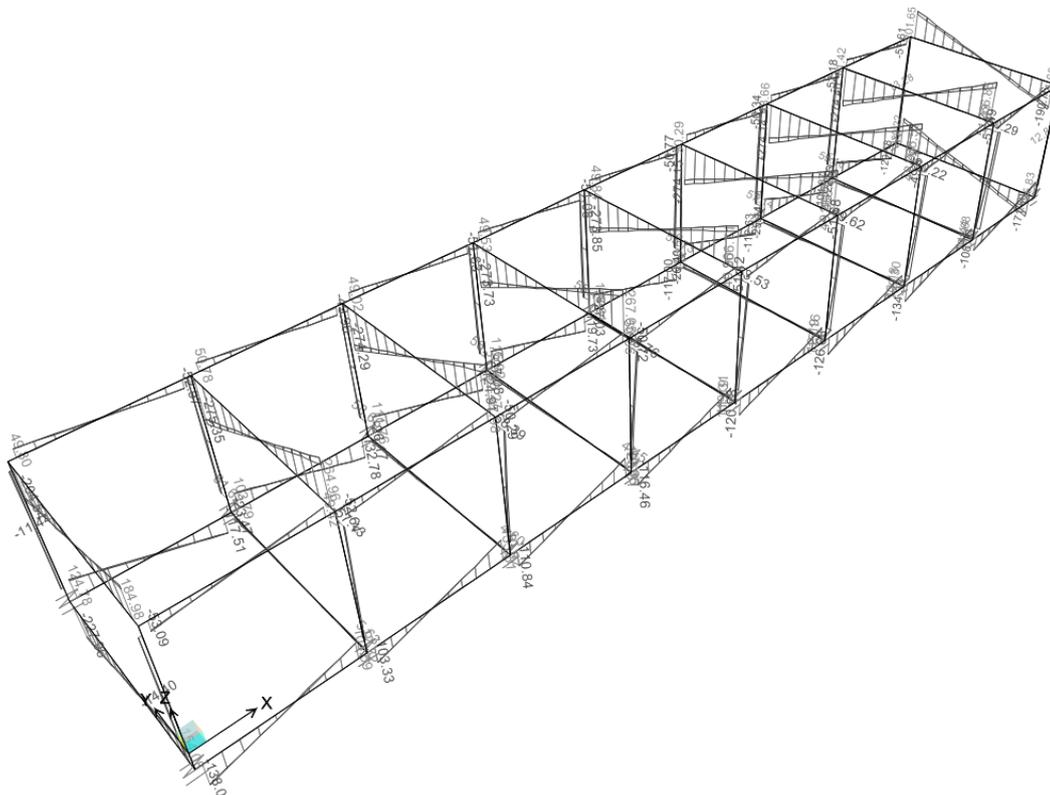


Figura 7-7 Modello di calcolo – Diagramma V22 – Combinazione “COMB\_INV\_SLU”.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

01 E ZZ

CL

FA0320 001

B

28 di 101

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLV)

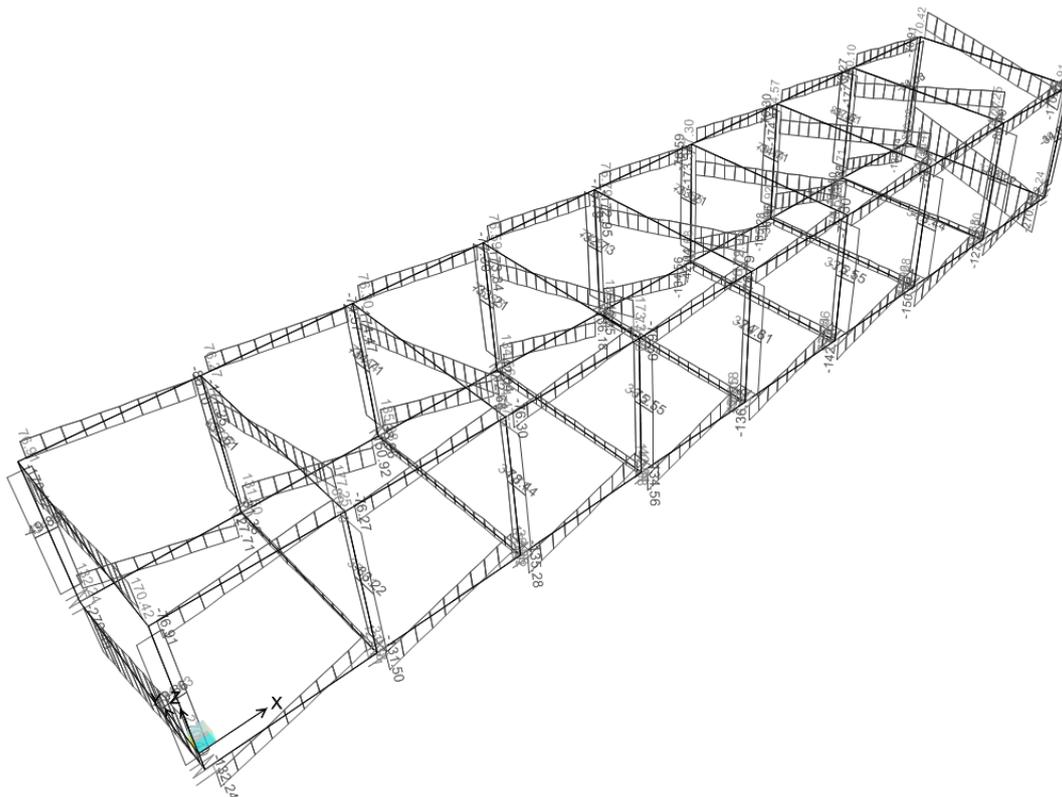


Figura 7-8 Modello di calcolo – Diagramma V22 – Combinazione “COMB\_INV\_SLV”.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

01 E ZZ

CL

FA0320 001

B

29 di 101

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLU)

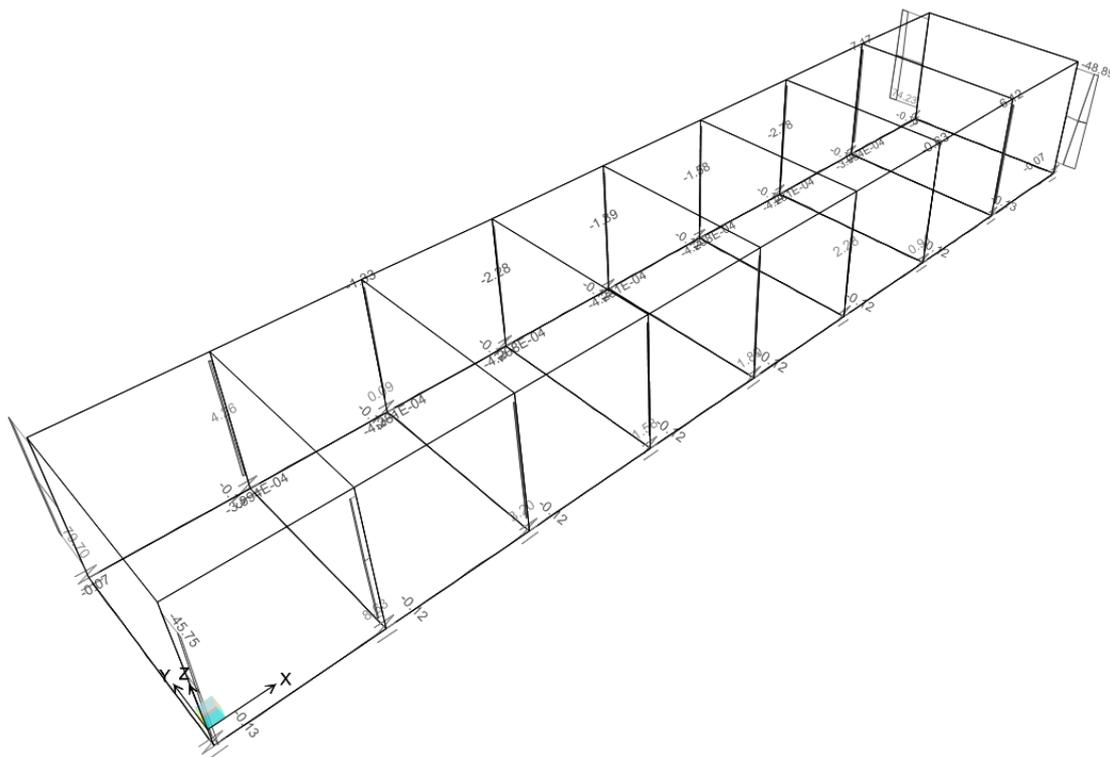
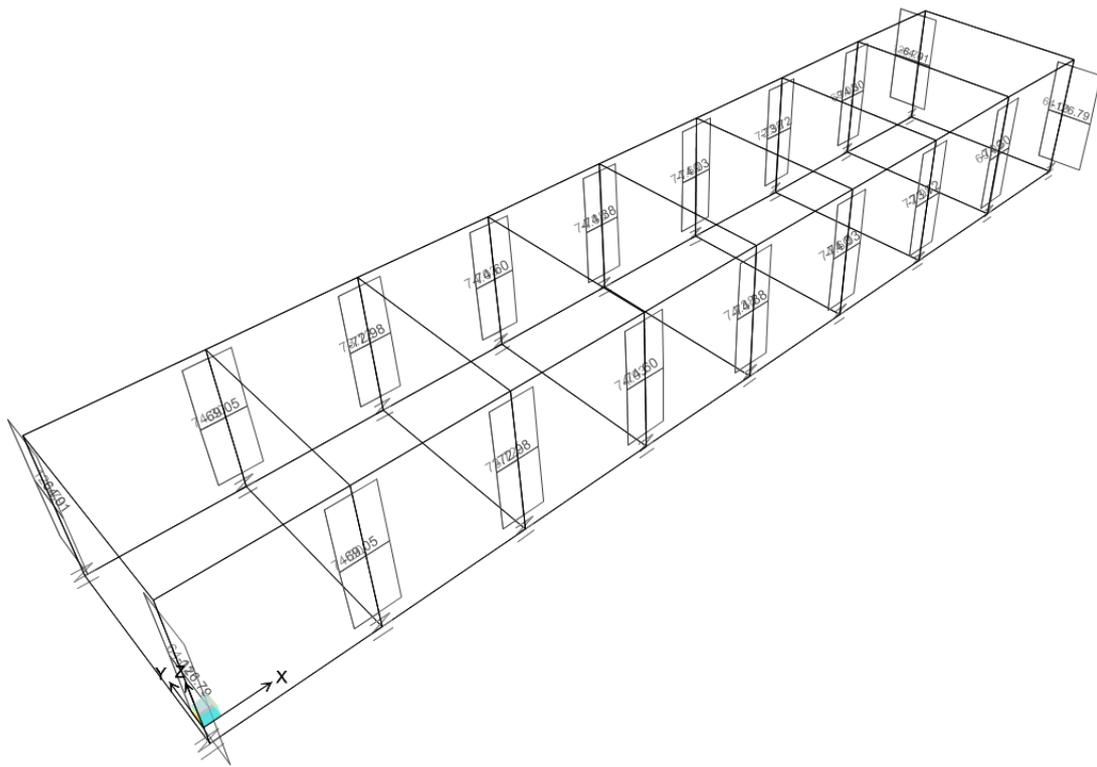


Figura 7-9 Modello di calcolo – Diagramma V33 – Combinazione “COMB\_INV\_SLU”.

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"><thead><tr><th>COMMESSA</th><th>LOTTO</th><th>CODIFICA</th><th>DOCUMENTO</th><th>REV.</th><th>FOGLIO</th></tr></thead><tbody><tr><td>IF1N</td><td>01 E ZZ</td><td>CL</td><td>FA0320 001</td><td>B</td><td>30 di 101</td></tr></tbody></table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	30 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	30 di 101								

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLV)



**Figura 7-10 Modello di calcolo – Diagramma V33 – Combinazione “COMB\_INV\_SLV”.**

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	31 di 101

Axial Force Diagram (INV\_SLU)

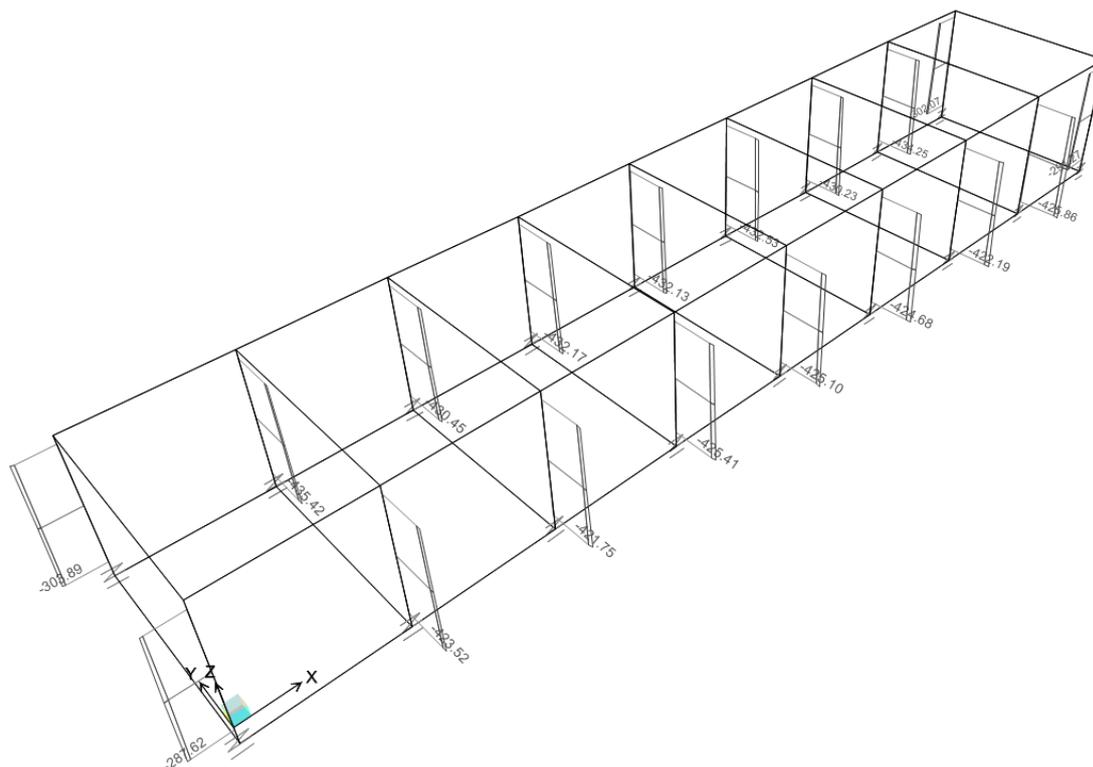


Figura 7-11 Modello di calcolo – Diagramma N – Combinazione “COMB\_INV\_SLU”.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>32 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	32 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	32 di 101								

Axial Force Diagram (INV\_SLV)

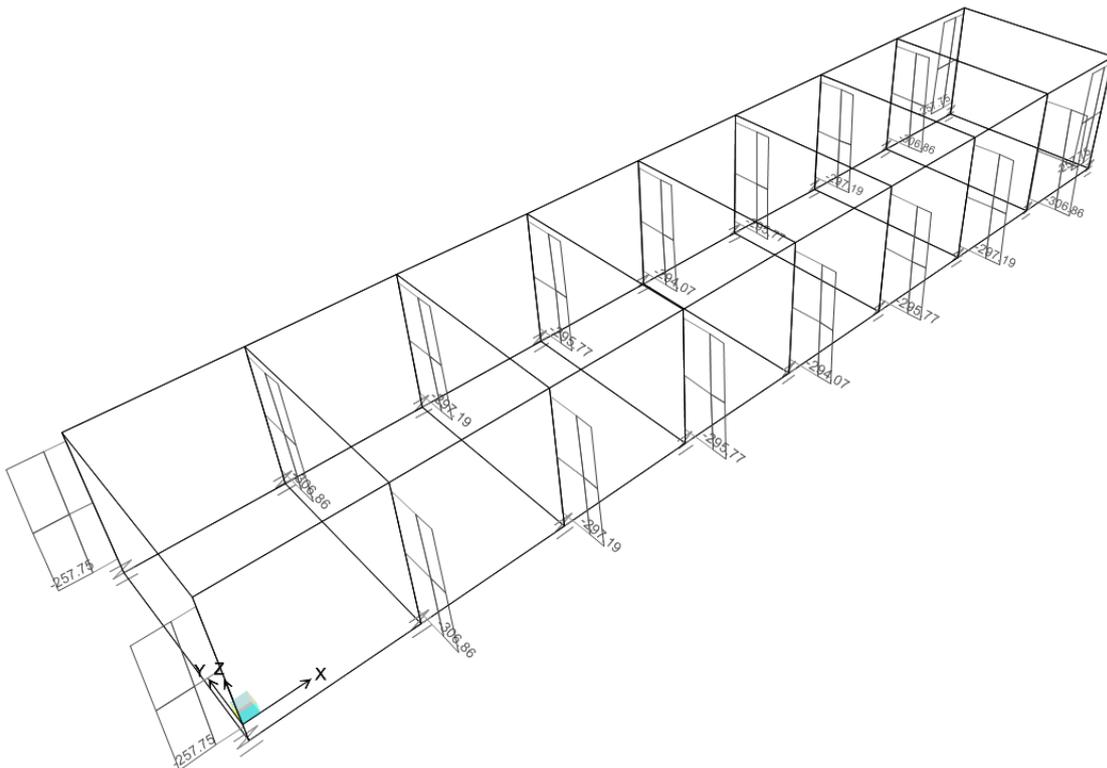


Figura 7-12 Modello di calcolo – Diagramma N – Combinazione “COMB\_INV\_SLV”.

## 7.2 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2008).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dove:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>33 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	33 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	33 di 101								

- a) Azioni Permanenti (G);
- b) Azioni Variabili (Q);
- c) Azioni di Precompressione (P);
- d) Azioni Eccezionali (A);
- e) Azioni Sismiche (E);

Le combinazioni delle azioni che sono state adottate per lo SLU sono riportate nelle tabelle seguenti, indicando nella casella, corrispondente all'azione coinvolta, il moltiplicatore dei carichi in funzione della combinazione considerata. Per quanto riguarda le azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli, sono stati utilizzati coefficienti di combinazione  $\Psi$  riportati nella tabella 5.2.VI delle NTC2008.

Si precisa che, data la simmetria della struttura, si sono individuate le combinazioni delle azioni tali da risultare maggiormente gravose e sbilanciati per la costruzione in esame.

Per quanto concerne la combinazione delle altre azioni con l'azione sismica è necessario garantire il rispetto degli stati limite, quali definiti al punto 3.2.1 – NTC2008, effettuando opportune verifiche di sicurezza. Ciascuna di esse garantisce, per ogni stato limite, quindi per il corrispettivo livello di azione sismica, il raggiungimento di una data prestazione da parte della costruzione nel suo complesso. Le verifiche di sicurezza da effettuare sono riepilogate in funzione della classe d'uso nella tabella C7.1.I – Circolare2009. A riguardo, si evidenzia che le verifiche allo stato limite di collasso (SLC) devono essere eseguite necessariamente sulle sole costruzioni provviste di isolamento sismico.

• **Combinazioni di carico allo SLU:**

<b>SLV</b>	<b>Peso Prop.</b>	<b>Perm.</b>	<b>Var.</b>	<b>Neve</b>	<b>Vento</b>	<b>Aerod. A</b>	<b>Aerod. B</b>	<b>Var. Term. (+)</b>	<b>Var. Term. (-)</b>
Comb. 1	1,3	1,3	1,5	0,75	0,9	1,2		0,9	
Comb. 2	1,3	1,3	1,05	1,5	0,9	1,2		0,9	
Comb. 3	1,3	1,3	1,05	0,75	1,5	1,2		0,9	
Comb. 4	1,3	1,3	1,05	0,75	0,9	1,5		0,9	
Comb. 5	1,3	1,3	1,05	0,75	0,9	1,2		1,5	
Comb. 6	1,3	1,3	1,5	0,75	0,9		1,2	0,9	
Comb. 7	1,3	1,3	1,05	1,5	0,9		1,2	0,9	
Comb. 8	1,3	1,3	1,05	0,75	1,5		1,2	0,9	
Comb. 9	1,3	1,3	1,05	0,75	0,9		1,5	0,9	
Comb. 10	1,3	1,3	1,05	0,75	0,9		1,2	1,5	
Comb. 11	1,3	1,3	1,5	0,75	0,9	1,2			0,9
Comb. 12	1,3	1,3	1,05	1,5	0,9	1,2			0,9
Comb. 13	1,3	1,3	1,05	0,75	1,5	1,2			0,9
Comb. 14	1,3	1,3	1,05	0,75	0,9	1,5			0,9
Comb. 15	1,3	1,3	1,05	0,75	0,9	1,2			1,5
Comb. 16	1,3	1,3	1,5	0,75	0,9		1,2		0,9
Comb. 17	1,3	1,3	1,05	1,5	0,9		1,2		0,9
Comb. 18	1,3	1,3	1,05	0,75	1,5		1,2		0,9
Comb. 19	1,3	1,3	1,05	0,75	0,9		1,5		0,9
Comb. 20	1,3	1,3	1,05	0,75	0,9		1,2		1,5

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">FA0320 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">34 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	34 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	34 di 101								

• Combinazioni di carico allo SLV – SLD – SLO:

<b>SLD</b>	<b>Peso Prop.</b>	<b>Perm.</b>	<b>SismaX_SLD</b>	<b>SismaY_SLD</b>	<b>Forze SLD - Ecc. Acc.</b>	<b>Var.</b>	<b>Neve</b>	<b>Vento</b>	<b>Aerod.</b>	<b>Var. Term.</b>
Comb. 1	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb. 2	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SLV</b>	<b>Peso Prop.</b>	<b>Perm.</b>	<b>SismaX_SLV</b>	<b>SismaY_SLV</b>	<b>Forze SLV - Ecc. Acc.</b>	<b>Var.</b>	<b>Neve</b>	<b>Vento</b>	<b>Aerod.</b>	<b>Var. Term.</b>
Comb. 1	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb. 2	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SLO</b>	<b>Peso Prop.</b>	<b>Perm.</b>	<b>SismaX_SLO</b>	<b>SismaY_SLO</b>	<b>Forze SLO - Ecc. Acc.</b>	<b>Var.</b>	<b>Neve</b>	<b>Vento</b>	<b>Aerod.</b>	<b>Var. Term.</b>
Comb. 1	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb. 2	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

• Combinazioni di carico allo SLE (combinazioni rare):

<b>SLE Rara</b>	<b>Peso Prop.</b>	<b>Perm.</b>	<b>Var.</b>	<b>Neve</b>	<b>Vento</b>	<b>Aerod. A</b>	<b>Aerod. B</b>	<b>Var. Term. (+)</b>	<b>Var. Term. (-)</b>
Comb. 1	1,00	1,00	1,00	0,50	0,60	0,80		0,60	
Comb. 2	1,00	1,00	0,70	1,00	0,60	0,80		0,60	
Comb. 3	1,00	1,00	0,70	0,50	1,00	0,80		0,60	
Comb. 4	1,00	1,00	0,70	0,50	0,60	1,00		0,60	
Comb. 5	1,00	1,00	0,70	0,50	0,60	0,80		1,00	
Comb. 6	1,00	1,00	1,00	0,50	0,60		0,80	0,60	
Comb. 7	1,00	1,00	0,70	1,00	0,60		0,80	0,60	
Comb. 8	1,00	1,00	0,70	0,50	1,00		0,80	0,60	
Comb. 9	1,00	1,00	0,70	0,50	0,60		1,00	0,60	
Comb. 10	1,00	1,00	0,70	0,50	0,60		0,80	1,00	
Comb. 11	1,00	1,00	1,00	0,50	0,60	0,80			0,60
Comb. 12	1,00	1,00	0,70	1,00	0,60	0,80			0,60
Comb. 13	1,00	1,00	0,70	0,50	1,00	0,80			0,60
Comb. 14	1,00	1,00	0,70	0,50	0,60	1,00			0,60
Comb. 15	1,00	1,00	0,70	0,50	0,60	0,80			1,00
Comb. 16	1,00	1,00	1,00	0,50	0,60		0,80		0,60
Comb. 17	1,00	1,00	0,70	1,00	0,60		0,80		0,60
Comb. 18	1,00	1,00	0,70	0,50	1,00		0,80		0,60
Comb. 19	1,00	1,00	0,70	0,50	0,60		1,00		0,60
Comb. 20	1,00	1,00	0,70	0,50	0,60		0,80		1,00

• Combinazioni di carico allo SLE (combinazioni frequenti):

<b>SLE frequenti</b>	<b>Peso Prop.</b>	<b>Perm.</b>	<b>Var.</b>	<b>Neve</b>	<b>Vento</b>	<b>Aerod. A</b>	<b>Aerod. B</b>	<b>Var. Term. (+)</b>	<b>Var. Term. (-)</b>
Comb. 1	1,00	1,00	0,50						
Comb. 2	1,00	1,00	0,30	0,20					
Comb. 3	1,00	1,00	0,30		0,20				

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>35 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	35 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	35 di 101								

Comb. 4	1,00	1,00	0,30			0,50			
Comb. 5	1,00	1,00	0,30				0,50		
Comb. 6	1,00	1,00	0,30					0,50	
Comb. 7	1,00	1,00	0,30						0,50

- Combinazioni di carico allo SLE (combinazione quasi permanente):

<b>SLE q. permanenti</b>	<b>Peso Prop.</b>	<b>Perm.</b>	<b>Var.</b>	<b>Neve</b>	<b>Vento</b>	<b>Aerod. A</b>	<b>Aerod. B</b>	<b>Var. Term. (+)</b>	<b>Var. Term. (-)</b>
Comb. 1	1,00	1,00	0,30						

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA0320 001	REV. B

## 8 VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito si riportano le verifiche relative agli elementi strutturali principali della struttura.

### 8.1 SOLAIO DI COPERTURA

Il solaio si considera, a vantaggio di sicurezza, come una trave semplicemente appoggiata, con campata di luce pari a  $L = 4.80$  m. Con riferimento all'analisi dei carichi, di seguito si riportano le caratteristiche di sollecitazioni significative. La verifica viene condotta in riferimento al singolo travetto (interasse  $i = 0.54$  m) con 2barre  $\varnothing 14$  all'intradosso e all'estradosso.

In questa seconda fase si considera agente il peso proprio dell'intero solaio, il carico della neve, il carico del vento ed il sovraccarico variabile. Lo schema è quello di trave semplicemente appoggiata.

Carichi Permanenti:  $G = [(3.50 + 3,00) \times 1.20] = 7,80$  kN/m

Carichi Variabili:  $Q = 0,50 \times 1,20 = 0,60$  kN/m

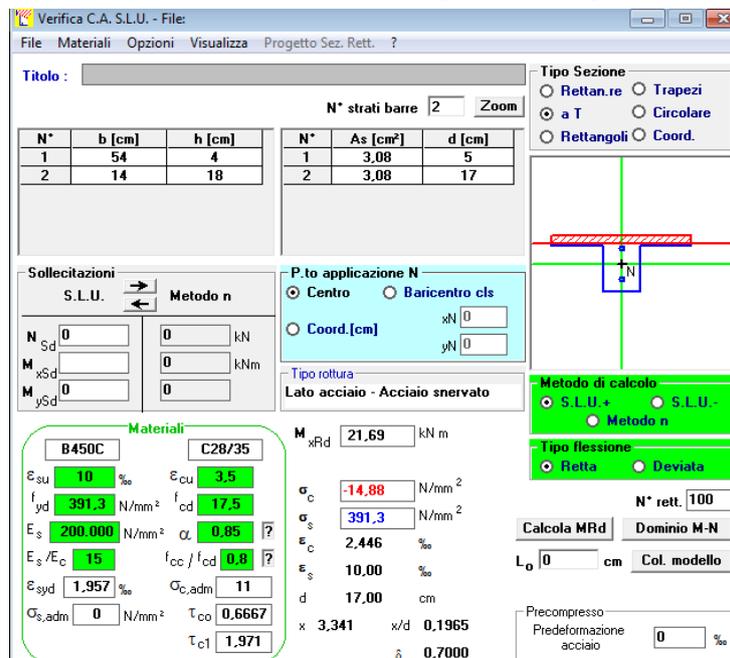
Carico Neve:  $Q_N = 2,76 \times 1,20 = 3,32$  kN/m

Carico Totale:  $1,30 \times G + 1,50 \times Q_N + 0,00 \times Q = 15,12$  kN/m

$M_{max}$  (in campata) =  $[15,12 \times (4.80)^2] / 8 = 43,55$  kNm

$T_{max}$  (appoggio) =  $15,12 \times 4.80 / 2 = 36,29$  kN

Di seguito si riporta la verifica di resistenza del singolo travetto. La verifica a flessione è stata condotta mediante il software PresFLE, considerando la sollecitazione flessionale agente sul singolo travetto ( $M_{max} / 3 = 14,50$  kNm).



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U. - File' software interface. It displays various input and output parameters for a structural verification. Key data points include:

- Materials:** B450C (steel), C28/35 (concrete).
- Properties:**  $\epsilon_{su} = 10\%$ ,  $\epsilon_{cu} = 3.5\%$ ,  $f_{yd} = 391.3$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{cd} = 17.5$ ,  $E_s = 200.000$  N/mm<sup>2</sup>,  $\alpha = 0.85$ ,  $E_s/E_c = 15$ ,  $f_{cc}/f_{cd} = 0.8$ ,  $\epsilon_{syd} = 1.957\%$ ,  $C_{c,adm} = 11$ ,  $\sigma_{s,adm} = 0$  N/mm<sup>2</sup>,  $\tau_{co} = 0.6667$ ,  $\tau_{c1} = 1.971$ .
- Design Parameters:**  $M_{xRd} = 21.69$  kNm,  $\sigma_c = -14.88$  N/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_s = 391.3$  N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon_c = 2.446\%$ ,  $\epsilon_s = 10.00\%$ ,  $d = 17.00$  cm,  $x = 3.341$ ,  $x/d = 0.1965$ ,  $\delta = 0.7000$ .
- Section Properties:**  $N^*$  strati barre = 2,  $b$  [cm] = 54,  $h$  [cm] = 4,  $As$  [cm<sup>2</sup>] = 3.08,  $d$  [cm] = 5.
- Verification Settings:** Metodo di calcolo: S.L.U. +, Tipo flessione: Retta, N\* rett. = 100.

Resistenza al taglio di elementi senza armatura trasversale (eq. 4.1.14 NTC 2008)

$h = 220,000$  mm

$b_w = 140,000$  mm

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>37 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	37 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	37 di 101								

c	50,000	mm		
d	170,000	mm		
A <sub>sl</sub>	307,720	mm <sup>2</sup>		
I strato d'armatura				
A <sub>s</sub>	153,860	mm <sup>2</sup>		
φ	14,000	mm		
n	2,000			
f <sub>ck</sub>	28,000	N/mm <sup>2</sup>		
f <sub>ctm</sub>	2,766		$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3}$	
f <sub>ctk</sub>	1,936	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$	
γ <sub>c</sub>	1,500			
ρ <sub>l</sub>	0,013			
k	2,000			
v <sub>min</sub>	0,524			
V <sub>Rd</sub>	18,90	kN >	V <sub>Ed</sub>	12,10 kN

## 8.2 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI

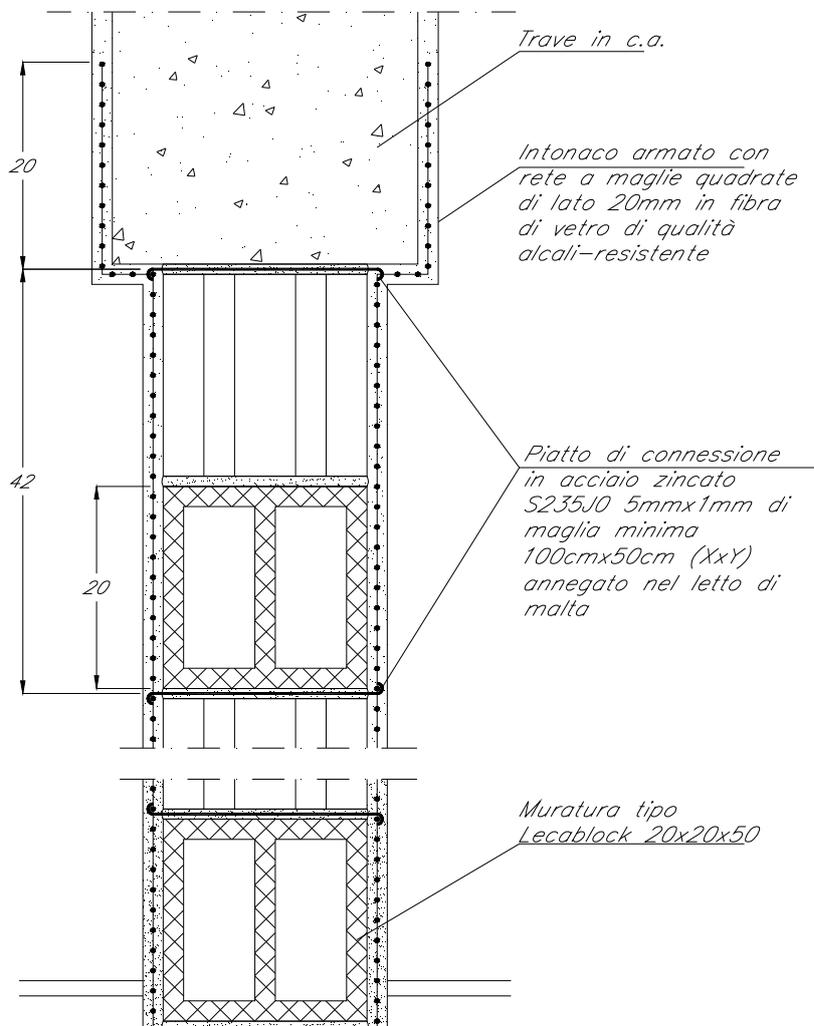
Per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale debbono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della F<sub>a</sub> corrispondente allo SLV.

Per ciascuno degli impianti principali, gli elementi strutturali che sostengono e collegano i diversi elementi funzionali costituenti l'impianto tra loro ed alla struttura principale devono avere resistenza sufficiente a sostenere l'azione della F<sub>a</sub> corrispondente allo SLV.

La prestazione consistente nell'evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della F<sub>a</sub> delle tamponature si può ritenere conseguita con l'inserimento di leggere reti da intonaco sui due lati della muratura, collegate tra loro ed alle strutture circostanti a distanza non superiore a 500 mm sia in direzione orizzontale sia in direzione verticale, ovvero con l'inserimento di elementi di armatura orizzontale nei letti di malta, a distanza non superiore a 500 mm.

Per maggiore chiarezza e pratica applicazione è stato predisposto un dettaglio di collegamento della tamponatura alla struttura come intervento di riferimento.

Di seguito si riporta lo schema dell'intervento previsto, da riadattarsi caso per caso alla geometria delle tamponature interessate.



### 8.3 TRAVI DI BORDO 40X60

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi secondarie aventi sezione rettangolare di dimensioni 40x60 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto della combinazioni di carico più gravose.

Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente ottenuti per le travi longitudinali.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

01 E ZZ

CL

FA0320 001

B

39 di 101

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	3.9	0.0	2.0	0.0	84.0	44	0.2	SLV1
M3	min	0.0	-78.6	0.0	-12.9	0.0	-111.6	44	0.2	SLV1
M2	max	0.0	52.7	0.0	8.5	0.0	4.7	46	4.6	SLV2
M2	min	0.0	25.3	0.0	-9.1	0.0	-57.6	46	4.6	SLV2
T	max	0.0	-20.5	0.0	30.2	0.0	20.6	51	0.3	SLV2
T	min	0.0	-57.4	0.0	-30.2	0.0	-59.6	44	0.2	SLV2
V3	max	0.0	-20.5	0.0	30.2	0.0	20.6	51	0.3	SLV2
V3	min	0.0	-60.6	0.0	-19.3	0.0	-62.1	51	0.3	SLV2
V2	max	0.0	81.8	0.0	2.0	0.0	60.8	44	4.6	SLV1
V2	min	0.0	-81.8	0.0	-2.0	0.0	-102.4	51	0.3	SLV1
P	max	0.0	-52.5	0.0	-4.8	0.0	-26.3	44	0.2	INV_SLU
P	min	0.0	-52.5	0.0	-4.8	0.0	-26.3	44	0.2	INV_SLU

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	3.1	0.0	14.2	0.0	25.4	61	2.7	INV_SLR
M3	min	0.0	-40.9	0.0	-0.1	0.0	-29.2	45	0.3	INV_SLR
M2	max	0.0	38.5	0.0	1.2	0.0	-24.1	46	4.6	INV_SLR
M2	min	0.0	38.3	0.0	4.9	0.0	-19.2	51	4.6	INV_SLR
T	max	0.0	-40.1	0.0	14.2	0.0	-19.6	61	0.3	INV_SLR
T	min	0.0	-39.1	0.0	-13.7	0.0	-17.5	68	0.2	INV_SLR
V3	max	0.0	-36.9	0.0	0.8	0.0	-20.6	50	0.3	INV_SLR
V3	min	0.0	-38.8	0.0	0.4	0.0	-25.7	46	0.3	INV_SLR
V2	max	0.0	40.3	0.0	-10.5	0.0	-16.6	68	4.6	INV_SLR
V2	min	0.0	-41.3	0.0	11.8	0.0	-22.1	61	0.3	INV_SLR
P	max	0.0	-40.0	0.0	-3.9	0.0	-19.4	44	0.2	INV_SLR
P	min	0.0	-40.0	0.0	-3.9	0.0	-19.4	44	0.2	INV_SLR

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	-2.3	0.0	-4.9	0.0	25.1	44	2.1	INV_SLF
M3	min	0.0	39.2	0.0	0.6	0.0	-27.8	50	4.6	INV_SLF
M2	max	0.0	39.3	0.0	0.0	0.0	-26.0	46	4.6	INV_SLF
M2	min	0.0	40.1	0.0	-6.5	0.0	-21.6	44	4.6	INV_SLF
T	max	0.0	-40.0	0.0	6.8	0.0	-19.6	61	0.3	INV_SLF
T	min	0.0	-37.7	0.0	-6.8	0.0	-14.5	68	0.2	INV_SLF
V3	max	0.0	-36.9	0.0	-4.9	0.0	-12.8	44	0.2	INV_SLF
V3	min	0.0	-38.2	0.0	-0.3	0.0	-24.7	46	0.3	INV_SLF
V2	max	0.0	41.0	0.0	-4.9	0.0	-19.7	44	4.6	INV_SLF
V2	min	0.0	-40.9	0.0	5.3	0.0	-21.4	61	0.3	INV_SLF
P	max	0.0	-36.9	0.0	-4.9	0.0	-12.8	44	0.2	INV_SLF
P	min	0.0	-36.9	0.0	-4.9	0.0	-12.8	44	0.2	INV_SLF

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">FA0320 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">40 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	40 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	40 di 101								

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	0.0	-2.8	0.0	-5.7	0.0	<b>24.9</b>	44	2.1	INV_SLQ
<b>M3</b>	<b>min</b>	0.0	-39.3	0.0	-1.0	0.0	<b>-27.0</b>	45	0.3	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>max</b>	0.0	-37.4	0.0	-5.7	<b>0.0</b>	-14.0	44	0.2	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>min</b>	0.0	-37.4	0.0	-5.7	<b>0.0</b>	-14.0	44	0.2	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>max</b>	0.0	-40.5	0.0	<b>5.7</b>	0.0	-20.6	51	0.3	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>min</b>	0.0	-37.4	0.0	<b>-5.7</b>	0.0	-14.0	44	0.2	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>max</b>	0.0	-37.4	<b>0.0</b>	-5.7	0.0	-14.0	44	0.2	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>min</b>	0.0	-37.4	<b>0.0</b>	-5.7	0.0	-14.0	44	0.2	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>max</b>	0.0	<b>40.5</b>	0.0	-5.7	0.0	-20.6	44	4.6	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>min</b>	0.0	<b>-40.5</b>	0.0	5.7	0.0	-20.6	51	0.3	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>0.0</b>	-37.4	0.0	-5.7	0.0	-14.0	44	0.2	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>0.0</b>	-37.4	0.0	-5.7	0.0	-14.0	44	0.2	INV_SLQ

### 8.3.1 Verifica a flessione

Si riportano di seguito le verifiche a flessione, in corrispondenza della sezione d'appoggio e della sezione di campata (convenzione sui segni: compressione negativa (-), momento flettente che tende le fibre superiori negativo (-)).

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale delle travi:

#### 1) Zone d'appoggio:

- Armatura superiore 4  $\Phi$  16
- Armatura inferiore 4  $\Phi$  16

#### 2) Campata:

- Armatura superiore 3  $\Phi$  16
- Armatura inferiore 4  $\Phi$  16

In aggiunta, fuori calcolo, andranno disposti 2  $\Phi$  12 come ferri di parete.

Le verifiche di resistenza a flessione allo SLU ed agli SLE ( NTC2008 – 4.1.2.1.2.4) per le sezioni di appoggio e di campata sono state condotte con il supporto del software RC-Sec considerando le sollecitazioni riportate nel prospetto precedente.

Essendo la sezione armata in maniera simmetrica in campata ed in appoggio si esegue la verifica di una sola sezione in cui le sollecitazioni calcolate in appoggio sono invertite di segno.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Trave40x60

(Percorso File: D:\Commesse\BPK-Cancello-Frasso\EDIFICI\FV03\_verifiche\Trave40x60.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO

## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

## FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	41 di 101

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità: Zona sismica (CD'B')  
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

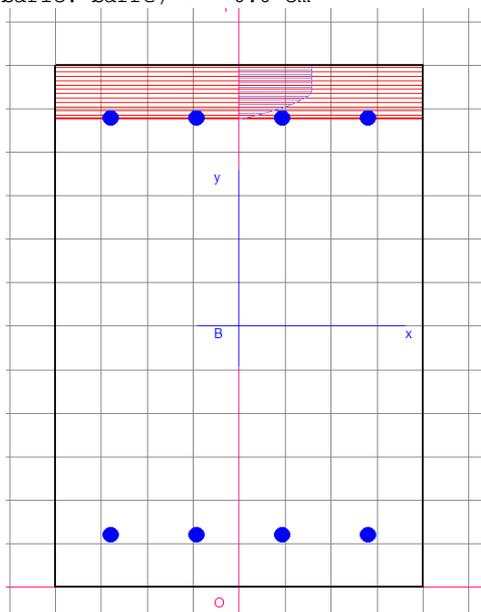
## CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35  
 Resist. compr. di calcolo  $f_{cd}$  : 158.60 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. compr. ridotta  $f_{cd}'$  : 79.30 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def.unit. max resistenza  $ec2$  : 0.0020  
 Def.unit. ultima  $ecu$  : 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale  $E_c$  : 323080 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson : 0.20  
 Resist. media a trazione  $f_{ctm}$  : 28.80 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
 Combinazioni Rare in Esercizio  
     Sc Limite : 168.00 daN/cm<sup>2</sup>  
     Apert.Fess.Limite : Non prevista  
 Combinazioni Frequenti in Esercizio  
     Sc Limite : 168.00 daN/cm<sup>2</sup>  
     Apert.Fess.Limite : 0.300 mm  
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio  
     Sc Limite : 126.00 daN/cm<sup>2</sup>  
     Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C  
 Resist. caratt. snervam.  $f_{yk}$  : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura  $f_{tk}$  : 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo  $f_{yd}$  : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo  $f_{td}$  : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo  $E_{pu}$  : 0.068  
 Modulo Elastico  $E_f$  : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Comb.Rare  $S_f$  Limite : 3600.0 daN/cm<sup>2</sup>

## CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 40.0 cm  
 Altezza: 60.0 cm  
 Barre inferiori : 4Ø16 (8.0 cm<sup>2</sup>)  
 Barre superiori : 4Ø16 (8.0 cm<sup>2</sup>)  
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 6.0 cm  
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 6.0 cm





   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>43 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	43 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	43 di 101								

1	S	0	8400	-12	17060	2.031	53.8	0.11	0.70
2	S	0	11160	-12	17060	1.529	53.8	0.11	0.70

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione								
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace								
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)								
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)								
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)								
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)								
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)								

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01108	60.0	0.00010	54.0	-0.02711	6.0
2	0.00350	-0.01108	60.0	0.00010	54.0	-0.02711	6.0

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

Diametro staffe:	10 mm	
Passo staffe:	10.0 cm	[Passo massimo di normativa = 12.8]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	15.7 cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima normativa = 6.0]

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata								
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)								
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe								
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato								
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe								
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro								
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato								
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione								
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]								

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	390	8161	53159	74680	40.0	21.80	1.000	0.1
2	S	7860	8161	53159	74680	40.0	21.80	1.000	1.7

#### 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 ([daN/cm <sup>2</sup> ])										
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)										
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])										
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,0)										
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]										
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)										
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre										
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)										
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)										
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)										

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	10.2	60.0	-10.2	60.0	-122	54.0	0.0	0	22.0	0.0

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata										
ScI_max	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]										
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]										
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm <sup>2</sup> ]										
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)										
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2										
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure										

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>44 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	44 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	44 di 101								

Srm Distanza media in mm tra le fessure  
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7\*Eps\*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Betal2	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	9.7	60.0	-9.7	60.0	-117	54.0	0.0	0	22.0	0.0	

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Betal2	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	9.4	60.0	-9.4	60.0	-113	54.0	0.0	0	22.0	0.0	

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Betal2	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

### 8.3.2 Verifica a taglio

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo  $V_{Ed}$  si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovra resistenza  $\gamma_{Rd}$  assunto pari a 1.0 per CDB.

Deve risultare (NTC2008 – 4.1.2.1.3.2):

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

$V_d$  = Valore di calcolo del taglio agente;

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

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

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

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

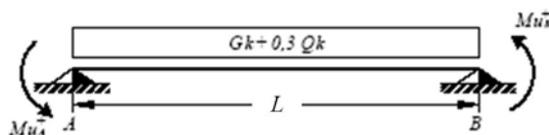
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

dove:

$\alpha$  : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

$\theta$  : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

• **1° Schema:**

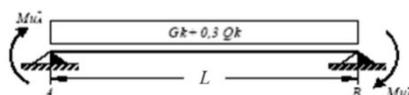


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

• **2° Schema:**



Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo con i valori delle sollecitazioni taglianti ottenute seguendo la metodologia descritta e riportata negli schemi precedenti:

Base	0.40	m
Altezza	0.60	m
L <sub>trave</sub>	4.80	m
L <sub>influenza</sub>	3.60	m
Peso proprio trave	6.00	kN/m
Carico solaio	3.50	kN/m <sup>2</sup>
Carico perm.	3.00	kN/m <sup>2</sup>
G <sub>k</sub>	23.40	kN/m
γ <sub>Q</sub>	0.30	[-]
Q <sub>k</sub>	0.00	kN/m
γ <sub>Rd</sub>	1.00	[-]

<b>M<sub>uA</sub><sup>(+)</sup></b> <b>(kNm)</b>	<b>M<sub>uB</sub><sup>(-)</sup></b> <b>(kNm)</b>	<b>M<sub>uA</sub><sup>(-)</sup></b> <b>(kNm)</b>	<b>M<sub>uB</sub><sup>(+)</sup></b> <b>(kNm)</b>
170.6	170.6	170.6	170.6

1° Schema		2° Schema	
<b>V<sub>A</sub> (kN)</b>	<b>V<sub>B</sub> (kN)</b>	<b>V<sub>A</sub> (kN)</b>	<b>V<sub>B</sub> (kN)</b>
127.2	14.9	127.2	14.9

<b>V<sub>2</sub> (output) =</b>	78.6	kN
<b>V<sub>Ed</sub> =</b>	127.24	kN

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>46 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	46 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	46 di 101								

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è maggiore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante il SAP2000, si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

$$V_{Ed-max} = 127.24 \text{ kN}$$

### Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

[4.1.2.1.3.2]

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3 N/mm<sup>2</sup></b>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45 °</b> 0.79 rad
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	<b>157.08 mm<sup>2</sup></b>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		$s$	<b>100 mm</b>
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	8.23 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	298.72 kN
		$V_{Rcd}$	800.04 kN
		$V_{Rd}$	298.72 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 0,80 m dal pilastro, staffe  $\Phi 10 / 10$  cm, mentre nelle zone centrali di campata rimanenti staffe  $\Phi 10 / 20$  cm.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>47 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	47 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	47 di 101								

### 8.3.3 Verifica a torsione

La verifica di resistenza nei confronti della torsione (SLU) (NTC2008 – 4.1.2.1.4) consiste nel controllare che:

$$T_{Rd} \geq T_{Ed}$$

dove  $T_{Ed}$  è il valore di calcolo del momento torcente.

Per elementi prismatici sottoposti a torsione semplice o combinata con altre sollecitazioni, che abbiano sezione piena o cava, lo schema resistente è costituito da un traliccio periferico in cui gli sforzi di trazione sono affidati alle armature longitudinali e trasversali ivi contenute e gli sforzi di compressione sono affidati alle bielle di calcestruzzo.

Con riferimento al calcestruzzo la resistenza si calcola con:

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

dove  $t$  è lo spessore della sezione cava; per sezioni piene  $t = A_c/u$  dove  $A_c$  è l'area della sezione ed  $u$  è il suo perimetro;  $t$  deve essere assunta comunque  $\geq 2$  volte la distanza fra il bordo e il centro dell'armatura longitudinale.

Le armature longitudinali e trasversali del traliccio resistente devono essere poste entro lo spessore  $t$  del profilo periferico. Le barre longitudinali possono essere distribuite lungo detto profilo, ma comunque una barra deve essere presente su tutti i suoi spigoli.

Con riferimento alle staffe trasversali la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (A_s/s) \cdot f_{yd} \cdot \text{ctg}\theta$$

Con riferimento all'armatura longitudinale la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (\Sigma A_l / u_m) \cdot f_{yd} / \text{ctg}\theta$$

dove si è posto

$A$  area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico;

$A_s$  area delle staffe;

$u_m$  perimetro medio del nucleo resistente;

$s$  passo delle staffe;

$\Sigma A_l$  area complessiva delle barre longitudinali.

L'inclinazione  $\theta$  delle bielle compresse di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti  $0,4 \leq \text{ctg}\theta \leq 2,5$

Entro questi limiti, nel caso di torsione pura, può porsi  $\text{ctg}\theta = (a_l/a_s)^{1/2}$

con:  $a_l = \Sigma A_l / u_m$

$a_s = A_s / s$

La resistenza alla torsione della trave è la minore delle tre sopra definite:

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

#### Calcestruzzo

B (m)	0.4
H (m)	0.6
$A_c$ (m <sup>2</sup> )	0.24
u (m)	2
t (m)	0.12
A (m <sup>2</sup> )	0.13
$f'_{cd}$ (kN/m <sup>2</sup> )	8230.8
ctg $\theta$ (-)	0.72

#### Staffe Trasversali

B (m)	0.4
H (m)	0.6
$A_c$ (m <sup>2</sup> )	0.24
u (m)	2
t (m)	0.12
$A_s$ (m <sup>2</sup> )	0.0002
A (m <sup>2</sup> )	0.13
s (prog.) (m)	0.1

#### Armatura Longitudinale

B (m)	0.4
H (m)	0.6
$A_c$ (m <sup>2</sup> )	0.24
u (m)	2
t (m)	0.12
$u_m$ (m)	1.52
$\Sigma A_l$ (m <sup>2</sup> )	0.0008
A (m <sup>2</sup> )	0.13

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>48 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	48 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	48 di 101								

$a_1$	0.0008	$f_{yd}$ (kN/m <sup>2</sup> )	391300	$f_{yd}$ (kN/m <sup>2</sup> )	391300
$a_s$	0.002	cotg $\theta$ (-)	0.72	cotg $\theta$ (-)	0.72
$T_{Rcd}$ (kNm)	<b>110.74</b>	$T_{Rsd}$ (kNm)	<b>118.16</b>	$T_{Rsd}$ (kNm)	<b>77.74</b>

$T_{Rd}$  (kNm)      77.74  
 $T_{Ed}$  (kNm)      12.90 sap

Si segnala che per la definizione della resistenza a torsione ( $T_{Rsd}$ ) si è considerata solamente l'armatura longitudinale costituita dai ferri di parete.

Per quanto riguarda la crisi lato calcestruzzo, la resistenza massima di una membratura soggetta a torsione e taglio è limitata dalla resistenza delle bielle compresse di calcestruzzo. Per non eccedere tale resistenza deve essere soddisfatta la seguente condizione

$$\begin{aligned}
 T_{Ed} / T_{Rcd} + V_{Ed} / V_{Rcd} < 1 & \quad T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.166 \\
 & \quad V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.426 \\
 & \quad = 0.592 \quad \text{La verifica risulta} \\
 & \quad \quad \quad \text{soddisfatta}
 \end{aligned}$$

### 8.3.4 Verifica limitazioni armatura

In ogni sezione della trave, il rapporto geometrico  $\rho$  relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione  $A_s$  o quella al lembo inferiore della sezione  $A_s'$ , deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

$\rho = A_s / (bh)$       Rapporto geometrico relativo all'armatura tesa  
 $\rho_{comp} = A_s' / (bh)$       Rapporto geometrico relativo all'armatura compressa

Dimensioni sezione

$b =$       400 mm  
 $h =$       600 mm  
 $c =$       60 mm

**In campata:**

Armatura tesa      4  $\emptyset$       16 mm  
 $A_s =$       803.84 mm<sup>2</sup>  
 $\rho = A_s / (bh) =$       0.00335

Armatura compressa      4  $\emptyset$       16 mm  
 $A_s' =$       803.84 mm<sup>2</sup>  
 $\rho_{comp} = A_s' / (bh) =$       0.0033493

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>49 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	49 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	49 di 101								

$$1,4/f_{yk} = 0.00311$$

$$\rho_{comp} + 3,5/f_{yk} = 0.01113 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

**Agli appoggi:**

Armatura tesa  $4 \quad \emptyset \quad 16 \text{ mm}$

$$A_s = 803.84 \text{ mm}^2$$

$$\rho = A_s / (bh) = 0.00335$$

Armatura compressa  $4 \quad \emptyset \quad 16 \text{ mm}$

$$A_s' = 803.84 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0033493$$

$$1,4/f_{yk} = 0.00311$$

$$\rho_{comp} + 3,5/f_{yk} = 0.01113 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

L'armatura compressa non deve mai essere inferiore a un quarto di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0,25\rho$$

nel caso specifico risulta:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0033$$

$$0,25\rho = 0.0008 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

Nelle zone critiche (agli appoggi) l'armatura compressa non deve mai essere inferiore a metà di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0,5\rho$$

nel caso specifico risulta:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0033$$

$$0,5\rho = 0.0017 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

Le zone critiche si estendono, per CD"B", per una lunghezza pari a 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro o da entrambi i lati a partire dalla sezione di prima plasticizzazione.

Nelle zone critiche devono essere previste staffe di contenimento. La prima staffa di contenimento deve distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive devono essere disposte ad un passo non superiore alla minore tra le grandezze seguenti:

1. un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
2. 225 mm (per CD"B");
3. 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche (per CD"B");
4. 24 volte il diametro delle armature trasversali

$$s1 = 135 \text{ mm}$$

$$s2 = 225 \text{ mm}$$

$$s3 = 128 \text{ mm}$$

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>50 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	50 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	50 di 101								

s4            240 mm

s = 100 mm <            128 mm

Devono inoltre essere rispettati i limiti previsti per le travi in calcestruzzo in zona non sismica (punto 4.1.6.1.1 delle NTC2008).

L'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a:

$$A_{s,\min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

e comunque non minore di 0.0013 b<sub>t</sub> d

$$f_{ctm} = 2.77 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$$

$$b_t = 400 \text{ mm}$$

$$A_{s,\min} = 345.70 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 803.84 \text{ mm}^2$$

$$0.0013 b_t d = 280.8 \text{ mm}^2$$

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio:

$$A_s = 803.84 \text{ mm}^2$$

$$V_{Ed} = 127.2 \text{ kN}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$f_{vd} = 391.3 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd} = A_s \times f_{vd} = 314.5 \text{ kN}$$

Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente  $A_{s,\max} = 0,04 A_c$ , essendo  $A_c$  l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

$$A_s = 803.84 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = 803.84 \text{ mm}^2$$

$$0,04A_c = 9600 \text{ mm}^2$$

Le travi devono vedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad  $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$  essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione;

$$A_{st,\min} = 1,5 b = 600 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sw} = 157 \text{ mm}^2$$

$$s = 0.15 \text{ m}$$

$$A_{st} = A_{sw} / s = 1046.7 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$0,8d = 432 \text{ mm}$$

In ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Per gli elementi in esame l'armatura trasversale è costituita solo da staffe.

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">FA0320 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">51 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	51 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	51 di 101								

## 8.4 TRAVE PRINCIPALE INTERNA (50X60)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi aventi sezione rettangolare di dimensioni 50x60 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto della combinazioni di carico più gravose.

Di seguito si riportano le tabelle delle sollecitazioni più gravose ottenute allo SLU (statico e sismico) e agli SLE (Rara, Frequente e Quasi Permanente).

Si nota che le sollecitazioni ottenute allo SLD sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.7.1 del rif.[1].

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	3.3	0.0	0.5	0.0	<b>355.2</b>	57	3.6	INV_SLU
M3	min	0.0	-198.9	0.0	-5.3	0.0	<b>-284.9</b>	53	0.2	SLV2
M2	max	0.0	151.8	0.0	1.6	<b>0.0</b>	12.6	53	7.0	SLV1
M2	min	0.0	111.4	0.0	-1.6	<b>0.0</b>	-124.7	53	7.0	SLV1
T	max	0.0	-64.3	0.0	<b>5.3</b>	0.0	172.9	53	0.2	SLV2
T	min	0.0	-198.9	0.0	<b>-5.3</b>	0.0	-284.9	53	0.2	SLV2
V3	max	0.0	-111.4	<b>0.0</b>	1.6	0.0	12.6	53	0.2	SLV1
V3	min	0.0	-151.8	<b>0.0</b>	-1.6	0.0	-124.7	53	0.2	SLV1
V2	max	0.0	<b>273.9</b>	0.0	0.4	0.0	-103.9	56	7.0	INV_SLU
V2	min	0.0	<b>-278.3</b>	0.0	-1.5	0.0	-157.5	53	0.2	INV_SLU
P	max	<b>0.0</b>	-242.1	0.0	-0.7	0.0	-130.2	53	0.2	INV_SLU
P	min	<b>0.0</b>	-242.1	0.0	-0.7	0.0	-130.2	53	0.2	INV_SLU

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	2.2	0.0	0.4	0.0	<b>259.8</b>	57	3.6	INV_SLR
M3	min	0.0	-203.1	0.0	-1.0	0.0	<b>-112.5</b>	53	0.2	INV_SLR
M2	max	0.0	192.7	0.0	-0.5	<b>0.0</b>	-55.2	53	7.0	INV_SLR
M2	min	0.0	-203.1	0.0	-1.0	<b>0.0</b>	-112.5	53	0.2	INV_SLR
T	max	0.0	-177.9	0.0	<b>1.0</b>	0.0	-86.3	59	0.2	INV_SLR
T	min	0.0	-203.1	0.0	<b>-1.0</b>	0.0	-112.5	53	0.2	INV_SLR
V3	max	0.0	-179.0	<b>0.0</b>	-0.5	0.0	-94.3	53	0.2	INV_SLR
V3	min	0.0	-203.1	<b>0.0</b>	-1.0	0.0	-112.5	53	0.2	INV_SLR
V2	max	0.0	<b>200.2</b>	0.0	0.2	0.0	-76.0	56	7.0	INV_SLR
V2	min	0.0	<b>-203.1</b>	0.0	-1.0	0.0	-112.5	53	0.2	INV_SLR
P	max	<b>0.0</b>	-179.0	0.0	-0.5	0.0	-94.3	53	0.2	INV_SLR
P	min	<b>0.0</b>	-179.0	0.0	-0.5	0.0	-94.3	53	0.2	INV_SLR

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">FA0320 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">52 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	52 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	52 di 101								

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	0.7	0.0	0.1	0.0	188.8	56	3.6	INV_SLF
M3	min	0.0	-143.3	0.0	-0.2	0.0	-64.6	53	0.2	INV_SLF
M2	max	0.0	143.3	0.0	0.0	0.0	-55.0	53	7.0	INV_SLF
M2	min	0.0	133.1	0.0	-0.2	0.0	-61.0	53	7.0	INV_SLF
T	max	0.0	-134.3	0.0	0.2	0.0	-57.7	59	0.2	INV_SLF
T	min	0.0	-143.3	0.0	-0.2	0.0	-64.6	53	0.2	INV_SLF
V3	max	0.0	-133.7	0.0	0.0	0.0	-54.8	53	0.2	INV_SLF
V3	min	0.0	-143.3	0.0	-0.2	0.0	-64.6	53	0.2	INV_SLF
V2	max	0.0	143.3	0.0	0.0	0.0	-55.0	53	7.0	INV_SLF
V2	min	0.0	-143.3	0.0	-0.2	0.0	-64.6	53	0.2	INV_SLF
P	max	0.0	-133.7	0.0	0.0	0.0	-54.8	53	0.2	INV_SLF
P	min	0.0	-133.7	0.0	0.0	0.0	-54.8	53	0.2	INV_SLF

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	176.3	56	3.6	INV_SLQ
M3	min	0.0	-134.0	0.0	0.0	0.0	-57.1	53	0.2	INV_SLQ
M2	max	0.0	-134.0	0.0	0.0	0.0	-57.1	53	0.2	INV_SLQ
M2	min	0.0	-134.0	0.0	0.0	0.0	-57.1	53	0.2	INV_SLQ
T	max	0.0	-134.0	0.0	0.0	0.0	-51.8	55	0.2	INV_SLQ
T	min	0.0	-134.0	0.0	0.0	0.0	-57.1	53	0.2	INV_SLQ
V3	max	0.0	-134.0	0.0	0.0	0.0	-57.1	53	0.2	INV_SLQ
V3	min	0.0	-134.0	0.0	0.0	0.0	-57.1	53	0.2	INV_SLQ
V2	max	0.0	134.0	0.0	0.0	0.0	-57.1	53	7.0	INV_SLQ
V2	min	0.0	-134.0	0.0	0.0	0.0	-57.1	53	0.2	INV_SLQ
P	max	0.0	-134.0	0.0	0.0	0.0	-57.1	53	0.2	INV_SLQ
P	min	0.0	-134.0	0.0	0.0	0.0	-57.1	53	0.2	INV_SLQ

#### 8.4.1 Verifica a flessione

Si riportano di seguito le verifiche a flessione, in corrispondenza della sezione d'appoggio e della sezione di campata (convenzione sui segni: compressione negativa (-), momento flettente che tende le fibre superiori negativo (-)).

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale delle travi:

##### 1) Zone d'appoggio:

- Armatura superiore 4  $\Phi$  20
- Armatura inferiore 4  $\Phi$  20

##### 2) Campata:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>53 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	53 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	53 di 101								

- Armatura superiore 3  $\Phi$  20
- Armatura inferiore 6  $\Phi$  20

In aggiunta, fuori calcolo, andranno disposti 2  $\Phi$  12 come ferri di parete.

Le verifiche di resistenza a flessione allo SLU ed agli SLE (NTC2008 – 4.1.2.1.2.4) per le sezioni di appoggio e di campata sono state condotte con il supporto del software RC-Sec considerando le sollecitazioni riportate nel prospetto precedente.

Essendo la sezione armata in maniera simmetrica in campata ed in appoggio si esegue la verifica di una sola sezione in cui le sollecitazioni calcolate in appoggio sono invertite di segno.

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE:** Trave50x60

**(Percorso File:** D:\Commesse\BPK-Cancello-Frasso\EDIFICI\FV03\_verifiche\Trave50x60.sez)

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
Tipologia sezione: Sezione generica  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicit : Zona sismica (CD'B')  
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CONGLOMERATO - Classe: C28/35  
Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm<sup>2</sup>  
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 168.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista  
Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 168.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.300 mm  
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 126.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068  
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm<sup>2</sup>

**CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO**

**DOMINIO N° 1**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C28/35

N.vertice Ascissa X, cm Ordinata Y, cm

-----  
1 -20.00 0.00

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>54 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	54 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	54 di 101								

2	-20.00	60.00
3	20.00	60.00
4	20.00	0.00

#### DATI BARRE ISOLATE

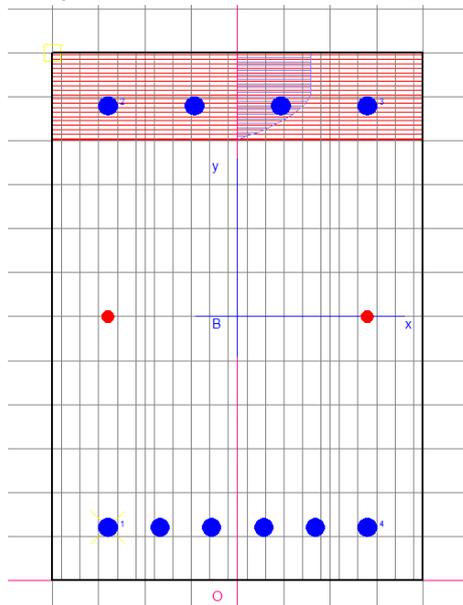
N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini  
Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-14.00	6.00	20
2	-14.00	54.00	20
3	14.00	54.00	20
4	14.00	6.00	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.  
N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.  
N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.  
Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	4	20
2	2	3	2	20
3	1	2	1	12
4	4	3	1	12



#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	35520	0	330	0
2	0	28490	0	19890	0

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>55 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	55 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	55 di 101								

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	25980	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	18880	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	17600	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.6 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	N	0	35520	0	0	39626	0	1.116
2	N	0	28490	0	0	39626	0	1.391

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>56 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	56 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	56 di 101								

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00563	-20.0	60.0	0.00137	-14.0	54.0	-0.01568	-14.0	6.0
2	0.00350	-0.00563	-20.0	60.0	0.00137	-14.0	54.0	-0.01568	-14.0	6.0

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000355122	-0.017807312	0.183	0.700
2	0.000000000	0.000355122	-0.017807312	0.183	0.700

**ARMATURE A TAGLIO DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE**

Diametro staffe: 10 mm  
Passo staffe: 10.0 cm  
N.Bracci staffe: 2  
Area staffe/m : 15.7 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima normativa = 6.0]

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO**

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Vsdu Taglio agente [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
Vru Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso  
Vcd Taglio [daN] assorbito dal conglomerato nel calcolo delle staffe  
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Afst Area staffe strettamente necessarie a taglio per metro di trave [cm<sup>2</sup>/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	330	53158	74680	54.0	40.0	21.80°	1.000	0.1
2	S	19890	53158	74680	54.0	40.0	21.80°	1.000	4.2

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di conglomerato [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm  
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni  
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	106.8	20.0	60.0	-2842	-2.8	6.0	794	167	0.164	0.346

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	77.6	20.0	60.0	-2065	-2.8	6.0	794	167	0.164	0.253

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>57 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	57 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	57 di 101								

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	72.4	20.0	60.0	-1925	-2.8	6.0	794	167	0.164	0.198

**8.4.2 Verifica a taglio**

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo  $V_{Ed}$  si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovra resistenza  $\gamma_{Rd}$  assunto pari a 1.0 per CDB.

Deve risultare (NTC2008 – 4.1.2.1.3.2):

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

$V_d$  = Valore di calcolo del taglio agente;

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

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

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

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

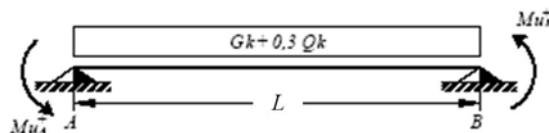
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

dove:

$\alpha$  : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

$\theta$  : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

• **1° Schema:**

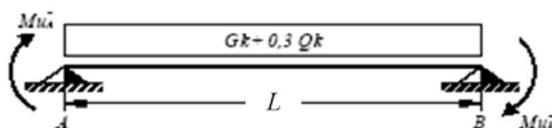


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu_A^+ + Mu_B^+}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0.3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu_A^+ + Mu_B^+}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0.3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

• **2° Schema:**



Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo con i valori delle sollecitazioni taglianti ottenute seguendo la metodologia descritta e riportata negli schemi precedenti:

#### Determinazione taglio di calcolo

Base	0.50	m	$M_{uA}^{(+)}$ (kNm)	$M_{uB}^{(-)}$ (kNm)	$M_{uA}^{(-)}$ (kNm)	$M_{uB}^{(+)}$ (kNm)
Altezza	0.60	m	279.9	396.3	396.3	279.9
$L_{trave}$	7.20	m				
$L_{influenza}$	4.80	m				
Peso proprio trave	7.50	kN/m				
Carico solaio	3.50	kN/m <sup>2</sup>				
Carico perm.	3.00	kN/m <sup>2</sup>				
$G_k$	31.20	kN/m				
$Y_Q$	0.30	[-]				
$Q_k$	0.00	kN/m				
$Y_{Rd}$	1.00	[-]				
			1° Schema		2° Schema	
			$V_A$ (kN)	$V_B$ (kN)	$V_A$ (kN)	$V_B$ (kN)
			190.1	-34.6	222.4	-2.2
			$V_2$ (output) =	278.3	kN	
			$V_{Ed}$ =	278.3	kN	

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è minore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante il SAP2000, si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

$$V_{Ed-max} = 278.3 \text{ kN}$$

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>59 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	59 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	59 di 101								

<b>Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>		<b>[4.1.2.1.3.2]</b>
<p>La resistenza a taglio <math>V_{Rd}</math> di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.</p>		
$V_{Rd} \geq V_{Ed}$ $V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$ $V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$ $V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$		
Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$ <b>391.3 N/mm<sup>2</sup></b>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$ 1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$ <b>45 °</b> 0.79 rad
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$ <b>157.08 mm<sup>2</sup></b>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		$s$ <b>100 mm</b>
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$ 90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$ 8.23 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$ <b>1</b>
		$V_{Rsd}$ 298.72 kN
		$V_{Rcd}$ 1000.05 kN
		$V_{Rd}$ 298.72 kN
<b>Verifica:</b>	$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 0,90m dal pilastro, staffe  $\Phi 10 / 10$  cm, mentre nelle zone centrali di campata staffe  $\Phi 10 / 20$  cm.

### 8.4.3 Verifica a torsione:

La verifica di resistenza nei confronti della torsione (SLU) (NTC2008 – 4.1.2.1.4) consiste nel controllare che:

$$T_{Rd} \geq T_{Ed}$$

dove  $T_{Ed}$  è il valore di calcolo del momento torcente.

La resistenza alla torsione della trave è la minore delle tre sopra definite:

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

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>60 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	60 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	60 di 101								

### Calcestruzzo

B (m)	0.5
H (m)	0.6
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.3
u (m)	2.2
t (m)	0.14
A (m <sup>2</sup> )	0.17
f <sub>cd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	8230.8
cotgθ (-)	0.95
a <sub>1</sub>	0.0014
a <sub>s</sub>	0.002
<b>T<sub>Rcd</sub> (kNm)</b>	<b>184.72</b>

### Staffe Trasversali

B (m)	0.5
H (m)	0.6
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.3
u (m)	2.2
t (m)	0.14
A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0002
A (m <sup>2</sup> )	0.17
s <sub>(prog.)</sub> (m)	0.1
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	0.95
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>197.51</b>

### Armatura Longitudinale

B (m)	0.5
H (m)	0.6
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.3
u (m)	2.2
t (m)	0.14
u <sub>m</sub> (m)	1.65
ΣA <sub>l</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0014
A (m <sup>2</sup> )	0.17
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	0.95
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>119.37</b>

**T<sub>Rd</sub> (kNm)**      119.37

**T<sub>Ed</sub> (kNm)**      5.30 sap

Si segnala che per la definizione della resistenza a torsione (T<sub>Rsd</sub>) si è considerata solamente l'armatura longitudinale costituita dai ferri di parete.

Per quanto riguarda la crisi lato calcestruzzo, la resistenza massima di una membratura soggetta a torsione e taglio è limitata dalla resistenza delle bielle compresse di calcestruzzo. Per non eccedere tale resistenza deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$T_{Ed} / T_{Rcd} + V_{Ed} / V_{Rcd} < 1$$

$$T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.044$$

$$V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.932$$

$$= 0.976$$

La verifica risulta soddisfatta

#### 8.4.4 Verifica limitazioni armatura

In ogni sezione della trave, il rapporto geometrico ρ relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione A<sub>s</sub> o quella al lembo inferiore della sezione A<sub>i</sub>, deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

$$\rho = A_s / (bh)$$

Rapporto geometrico relativo all'armatura tesa

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh)$$

Rapporto geometrico relativo all'armatura compressa

$$b = 500 \text{ mm}$$

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>61 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	61 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	61 di 101								

$$h = 600 \text{ mm}$$

$$c = 60 \text{ mm}$$

#### In campata:

Armatura tesa 6 Ø 20 mm

$$A_s = 1884 \text{ mm}^2$$

$$\rho = A_s / (bh) = 0.00628$$

Armatura compressa 4 Ø 20 mm

$$A_s' = 1256 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0041867$$

$$1,4/f_{yk} = 0.00311$$

$$\rho_{comp} + 3,5/f_{yk} = 0.01196 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

#### Agli appoggi:

Armatura tesa 6 Ø 20 mm

$$A_s = 1884 \text{ mm}^2$$

$$\rho = A_s / (bh) = 0.00628$$

Armatura compressa 4 Ø 20 mm

$$A_s' = 1256 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0041867$$

$$1,4/f_{yk} = 0.00311$$

$$\rho_{comp} + 3,5/f_{yk} = 0.01196 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

L'armatura compressa non deve mai essere inferiore a un quarto di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0,25\rho$$

nel caso specifico risulta:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0042$$

$$0,25\rho = 0.0016 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

Nelle zone critiche (agli appoggi) l'armatura compressa non deve mai essere inferiore a metà di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0,5\rho$$

nel caso specifico risulta:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0042$$

$$0,5\rho = 0.0031 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>62 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	62 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	62 di 101								

Le zone critiche si estendono, per CD”B”, per una lunghezza pari a 1,5 volte l’altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro o da entrambi i lati a partire dalla sezione di prima plasticizzazione.

Nelle zone critiche devono essere previste staffe di contenimento. La prima staffa di contenimento deve distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive devono essere disposte ad un passo non superiore alla minore tra le grandezze seguenti:

1. un quarto dell’altezza utile della sezione trasversale;
2. 225 mm (per CD”B”);
3. 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche (per CD”B”)
4. 24 volte il diametro delle armature trasversali

s1	135 mm
s2	225 mm
s3	160 mm
s4	240 mm

$$s = 100 \text{ mm} < 135 \text{ mm}$$

Devono inoltre essere rispettati i limiti previsti per le travi in calcestruzzo in zona non sismica (punto 4.1.6.1.1 delle NTC2008).

L’area dell’armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a:

$$A_{s,\min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

e comunque non minore di 0.0013 b<sub>t</sub> d

f <sub>ctm</sub> =	2.77 MPa	valore medio della resistenza a trazione assiale
f <sub>yk</sub> =	450 MPa	resistenza caratteristica a trazione dell’armatura
b <sub>t</sub> =	500 mm	larghezza media della zona tesa

$$A_{s,\min} = 432.12 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 1884 \text{ mm}^2$$

$$0.0013 b_t d = 351 \text{ mm}^2$$

La verifica risulta soddisfatta

Negli appoggi di estremità all’intradosso deve essere disposta un’armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio:

A <sub>s</sub> =	1256 mm <sup>2</sup>
V <sub>Ed</sub> =	278.3 kN
f <sub>yk</sub> =	450 MPa
γ <sub>s</sub> =	1.15
f <sub>yd</sub> =	391.3 MPa

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>63 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	63 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	63 di 101								

$$V_{Rd} = A_s \times f_{yd} = 491.5 \text{ kN} \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente  $A_{s,max} = 0,04 A_c$ , essendo  $A_c$  l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

$A_s =$	1884 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
$A_s' =$	1256 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
$0,04A_c =$	12000 mm <sup>2</sup>	

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad  $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$  essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione;

$A_{st,min} = 1,5 b =$	750 mm <sup>2</sup> /mm	
$A_{sw} =$	157 mm <sup>2</sup>	
$s =$	0.15 m	
$A_{st} = A_{sw} / s =$	1046.7 mm <sup>2</sup> /mm	La verifica risulta soddisfatta
$0,8d =$	432 mm	La verifica risulta soddisfatta

In ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.  
 Per gli elementi in esame l'armatura trasversale è costituita solo da staffe.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>64 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	64 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	64 di 101								

## 8.5 PILASTRI (40X50)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali dei pilastri aventi sezione rettangolare di dimensioni 40x50 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

Preliminarmente alla verifica di resistenza dei pilastri allo SLU è necessario valutare la stabilità degli elementi snelli. Tali verifiche devono essere condotte attraverso un'analisi del secondo ordine che tenga conto degli effetti flessionali delle azioni assiali sulla configurazione deformata degli elementi stessi. In via approssimativa gli effetti del secondo ordine in pilastri singoli possono essere trascurati se la snellezza  $\lambda$  non supera il valore limite (4.1.2.1.7-NTC2008):

$$\lambda_{lim} = 15.4 \cdot \frac{C}{\sqrt{\nu}}$$

dove:

$\nu = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$  è l'azione assiale adimensionale;

$C = 1,7 - r_m$  dipende dalla distribuzione dei momenti del primo ordine;

$r_m = M_{01} / M_{02}$  rapporto tra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità del pilastro (con  $M_{02} \geq M_{01}$ ).

E' stata valutata la snellezza  $\lambda$  del pilastro:

Ned	438400	N
Ac	200000	mmq
$\nu$	0.138122	
fcd	15.87	Mpa
C	27.87	
rm	26.17	
M02	2.9	kNm
M01	75.9	kNm
<b><math>\lambda_{lim}</math></b>	<b>1154.95</b>	
L0	4.8	m
i	144.3	mm
$\beta$	1	
L	4.8	m
<b><math>\lambda</math></b>	<b>33.26</b>	

La verifica risulta soddisfatta

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

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>65 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	65 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	65 di 101								

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

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 dell'elemento.

Si riporta di seguito la verifica delle non linearità geometriche facendo riferimento alle combinazioni di carico che producono lo spostamento orizzontale maggiore SLD\_Y.

$d_r=0,0151$  m;

h=4.8 m;

Per la combinazione massima si ha che:

P= -3734.6 kN

V= 330.92 kN

$\theta =0,036 < 0.1$

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
35	0.575	SLD_Uy	Max	-127.622	1.189	118.492	2.7769	252.8532	5.0847
27	0.575	SLD_Uy	Max	-215.08	20.832	17.606	9.5287	39.5616	65.9667
28	0.575	SLD_Uy	Max	-227.785	-0.516	13.587	9.4596	29.9567	18.6956
29	0.575	SLD_Uy	Max	-241.254	-15.027	11.529	5.6076	25.5458	-11.12
30	0.575	SLD_Uy	Max	-243.802	-15.534	10.672	8.12E-08	23.6546	-6.6241
31	0.575	SLD_Uy	Max	-241.254	-15.027	12.102	5.6123	26.794	-11.12
32	0.575	SLD_Uy	Max	-227.785	-0.516	12.844	9.4675	28.5892	18.6956
33	0.575	SLD_Uy	Max	-215.08	20.832	12.36	9.47	26.9186	65.9667
26	0.575	SLD_Uy	Max	-127.622	1.189	55.688	2.8522	161.4074	5.0847
34	0.575	SLD_Uy	Max	-127.622	17.017	55.688	2.7769	161.4074	35.7736
36	0.575	SLD_Uy	Max	-215.08	66.316	17.606	9.47	39.5615	121.3276
37	0.575	SLD_Uy	Max	-227.785	43.082	13.587	9.4675	29.9567	65.4362
41	0.575	SLD_Uy	Max	-227.785	43.082	12.844	9.4596	28.5892	65.4362
38	0.575	SLD_Uy	Max	-241.254	27.204	11.529	5.6123	25.5458	30.7032
43	0.575	SLD_Uy	Max	-127.622	17.017	118.492	2.8522	252.8532	35.7736
39	0.575	SLD_Uy	Max	-243.802	26.253	10.672	4.11E-08	23.6546	33.6591
42	0.575	SLD_Uy	Max	-215.08	66.316	12.36	9.5287	26.9186	121.3276
40	0.575	SLD_Uy	Max	-241.254	27.204	12.102	5.6076	26.794	30.7032

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">FA0320 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">66 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	66 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	66 di 101								

### 8.5.1 Verifica a flessione

Nelle tabelle seguenti sono riportate le sollecitazioni ottenute agli SLU statico e simico ed agli SLE (rara, frequente e quasi permanente).

**Pilastri centrali:**

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-153.3	68.7	34.0	20.0	62.6	<b>275.3</b>	27	5.0	SLV2
<b>M3</b>	<b>min</b>	-305.9	-68.7	-28.8	-20.0	-72.9	<b>-275.3</b>	36	5.0	SLV2
<b>M2</b>	<b>max</b>	-225.2	4.7	76.7	6.0	<b>170.0</b>	31.2	27	0.6	SLV1
<b>M2</b>	<b>min</b>	-277.7	-50.2	-76.7	-6.0	<b>-170.0</b>	-86.6	33	0.6	SLV1
<b>T</b>	<b>max</b>	-175.2	68.7	34.0	<b>20.0</b>	76.0	168.7	27	0.6	SLV2
<b>T</b>	<b>min</b>	-327.8	-114.1	-34.0	<b>-20.0</b>	-76.0	-224.1	33	0.6	SLV2
<b>V3</b>	<b>max</b>	-225.2	4.7	<b>76.7</b>	6.0	170.0	31.2	27	0.6	SLV1
<b>V3</b>	<b>min</b>	-277.7	-50.2	<b>-76.7</b>	-6.0	-170.0	-86.6	33	0.6	SLV1
<b>V2</b>	<b>max</b>	-175.2	<b>114.1</b>	34.0	19.9	76.0	224.1	36	0.6	SLV2
<b>V2</b>	<b>min</b>	-327.8	<b>-114.1</b>	-28.8	-19.9	-63.4	-224.1	27	0.6	SLV2
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-153.3</b>	68.7	34.0	20.0	62.6	275.3	27	5.0	SLV2
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-438.4</b>	55.0	1.1	-6.2	2.9	75.9	36	0.6	INV_SLU

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-274.2	-37.9	1.3	0.0	-1.2	<b>115.6</b>	30	5.0	INV_SLR
<b>M3</b>	<b>min</b>	-303.9	36.1	1.1	-4.1	-5.0	<b>-129.1</b>	36	5.0	INV_SLR
<b>M2</b>	<b>max</b>	-289.1	5.1	7.0	-2.5	<b>16.0</b>	6.8	27	0.6	INV_SLR
<b>M2</b>	<b>min</b>	-292.5	-38.4	5.7	-4.1	<b>-14.7</b>	74.8	27	5.0	INV_SLR
<b>T</b>	<b>max</b>	-299.4	47.0	-2.8	<b>3.5</b>	-6.6	66.4	42	0.6	INV_SLR
<b>T</b>	<b>min</b>	-325.8	39.7	1.1	<b>-4.1</b>	2.7	54.3	36	0.6	INV_SLR
<b>V3</b>	<b>max</b>	-289.1	5.1	<b>7.0</b>	-2.5	16.0	6.8	27	0.6	INV_SLR
<b>V3</b>	<b>min</b>	-315.7	-23.8	<b>-5.2</b>	1.2	-12.1	-23.1	33	0.6	INV_SLR
<b>V2</b>	<b>max</b>	-300.9	<b>48.4</b>	2.5	-2.6	5.9	69.9	36	0.6	INV_SLR
<b>V2</b>	<b>min</b>	-298.6	<b>-51.1</b>	0.6	-2.2	-2.9	101.7	29	5.0	INV_SLR
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-267.2</b>	-33.8	7.0	-2.5	-11.8	92.7	27	5.0	INV_SLR
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-325.8</b>	39.7	1.1	-4.1	2.7	54.3	36	0.6	INV_SLR

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">FA0320 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">67 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	67 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	67 di 101								

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-227.8	-18.7	0.9	0.2	0.7	<b>78.1</b>	28	5.0	INV_SLF
<b>M3</b>	<b>min</b>	-241.7	22.2	2.1	-0.7	-7.1	<b>-80.4</b>	36	5.0	INV_SLF
<b>M2</b>	<b>max</b>	-253.6	26.8	3.5	0.3	<b>8.3</b>	34.4	36	0.6	INV_SLF
<b>M2</b>	<b>min</b>	-263.6	-24.5	-3.5	0.0	<b>-8.3</b>	-29.3	33	0.6	INV_SLF
<b>T</b>	<b>max</b>	-254.4	26.8	-1.8	<b>0.7</b>	-4.6	34.4	42	0.6	INV_SLF
<b>T</b>	<b>min</b>	-263.6	22.2	2.1	<b>-0.7</b>	5.2	25.8	36	0.6	INV_SLF
<b>V3</b>	<b>max</b>	-253.6	26.8	<b>3.5</b>	0.3	8.3	34.4	36	0.6	INV_SLF
<b>V3</b>	<b>min</b>	-263.6	-24.5	<b>-3.5</b>	0.0	-8.3	-29.3	33	0.6	INV_SLF
<b>V2</b>	<b>max</b>	-253.6	<b>26.8</b>	3.5	0.3	8.3	34.4	36	0.6	INV_SLF
<b>V2</b>	<b>min</b>	-263.6	<b>-27.8</b>	1.8	-0.6	4.6	-31.9	27	0.6	INV_SLF
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-227.7</b>	-21.9	-0.1	0.6	2.6	78.1	32	5.0	INV_SLF
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-263.6</b>	-27.8	1.8	-0.6	4.6	-31.9	27	0.6	INV_SLF

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-228.0	-22.2	0.4	0.0	-1.0	<b>73.3</b>	28	5.0	INV_SLQ
<b>M3</b>	<b>min</b>	-228.0	22.2	0.4	0.0	-1.0	<b>-73.3</b>	37	5.0	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>max</b>	-254.0	-23.1	2.7	0.0	<b>6.5</b>	-28.0	27	0.6	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>min</b>	-254.0	-23.1	-2.7	0.0	<b>-6.5</b>	-28.0	33	0.6	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>max</b>	-254.0	-23.1	2.7	<b>0.0</b>	6.5	-28.0	27	0.6	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>min</b>	-254.0	-23.1	-2.7	<b>0.0</b>	-6.5	-28.0	33	0.6	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>max</b>	-254.0	-23.1	<b>2.7</b>	0.0	6.5	-28.0	27	0.6	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>min</b>	-254.0	-23.1	<b>-2.7</b>	0.0	-6.5	-28.0	33	0.6	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>max</b>	-254.0	<b>23.1</b>	2.7	0.0	6.5	28.0	36	0.6	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>min</b>	-254.0	<b>-23.1</b>	2.7	0.0	6.5	-28.0	27	0.6	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-228.0</b>	-22.2	0.4	0.0	-1.0	73.3	28	5.0	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-254.0</b>	-23.1	2.7	0.0	6.5	-28.0	27	0.6	INV_SLQ

Pilastrini di spigolo

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	68 di 101

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-108.4	51.4	23.4	1.7	84.6	<b>113.7</b>	34	0.6	SLV1
M3	min	-261.3	-51.4	-86.2	-1.7	-176.1	<b>-113.7</b>	26	0.6	SLV1
M2	max	-64.8	11.2	214.1	5.9	<b>480.2</b>	27.5	35	0.6	SLV2
M2	min	-304.9	-27.0	-214.1	-5.9	<b>-480.2</b>	-58.2	26	0.6	SLV2
T	max	-64.8	11.2	151.3	<b>5.9</b>	388.7	27.5	26	0.6	SLV2
T	min	-304.9	-11.2	-214.1	<b>-5.9</b>	-480.2	-27.5	34	0.6	SLV2
V3	max	-64.8	11.2	<b>214.1</b>	5.9	480.2	27.5	35	0.6	SLV2
V3	min	-304.9	-27.0	<b>-214.1</b>	-5.9	-480.2	-58.2	26	0.6	SLV2
V2	max	-108.4	<b>51.4</b>	23.4	1.7	84.6	113.7	34	0.6	SLV1
V2	min	-261.3	<b>-51.4</b>	-86.2	-1.7	-176.1	-113.7	26	0.6	SLV1
P	max	<b>-42.9</b>	11.2	151.3	5.9	456.4	60.0	26	5.0	SLV2
P	min	<b>-311.9</b>	-10.8	80.3	-2.2	141.3	-21.1	35	0.6	INV_SLU

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-175.1	-10.2	-14.8	-0.9	81.3	<b>26.2</b>	26	5.0	INV_SLR
M3	min	-193.1	8.6	-29.8	0.0	58.6	<b>-23.9</b>	34	5.0	INV_SLR
M2	max	-218.2	-7.3	72.3	-1.0	<b>132.5</b>	-13.9	35	0.6	INV_SLR
M2	min	-210.7	-8.3	56.0	-1.5	<b>-177.2</b>	17.9	35	5.0	INV_SLR
T	max	-214.9	9.7	68.1	<b>1.0</b>	122.3	19.4	43	0.6	INV_SLR
T	min	-232.6	-8.3	57.7	<b>-1.5</b>	100.3	-16.1	35	0.6	INV_SLR
V3	max	-218.2	-7.3	<b>72.3</b>	-1.0	132.5	-13.9	35	0.6	INV_SLR
V3	min	-193.1	8.6	<b>-29.8</b>	0.0	58.6	-23.9	34	5.0	INV_SLR
V2	max	-198.7	<b>10.0</b>	-1.6	0.9	19.2	20.0	34	0.6	INV_SLR
V2	min	-212.1	<b>-11.1</b>	-11.8	-1.4	-2.8	-22.4	26	0.6	INV_SLR
P	max	<b>-175.1</b>	-10.2	-14.8	-0.9	81.3	26.2	26	5.0	INV_SLR
P	min	<b>-232.6</b>	-8.3	57.7	-1.5	100.3	-16.1	35	0.6	INV_SLR

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">FA0320 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">69 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	69 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	69 di 101								

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-163.5	-7.6	37.3	0.2	-87.7	<b>20.5</b>	35	5.0	INV_SLF
<b>M3</b>	<b>min</b>	-169.5	7.8	-32.9	-0.1	84.5	<b>-20.5</b>	34	5.0	INV_SLF
<b>M2</b>	<b>max</b>	-162.5	-7.4	-28.4	0.3	<b>97.6</b>	20.2	26	5.0	INV_SLF
<b>M2</b>	<b>min</b>	-169.6	-8.5	29.1	-0.3	<b>-104.9</b>	18.6	35	5.0	INV_SLF
<b>T</b>	<b>max</b>	-184.4	-7.4	-25.5	<b>0.3</b>	-33.3	-14.3	26	0.6	INV_SLF
<b>T</b>	<b>min</b>	-191.5	-8.5	29.1	<b>-0.3</b>	39.7	-16.7	35	0.6	INV_SLF
<b>V3</b>	<b>max</b>	-185.3	-7.6	<b>37.9</b>	0.2	59.5	-14.6	35	0.6	INV_SLF
<b>V3</b>	<b>min</b>	-191.4	-8.4	<b>-36.4</b>	-0.2	-53.6	-16.3	26	0.6	INV_SLF
<b>V2</b>	<b>max</b>	-185.3	<b>8.5</b>	-25.5	0.3	-33.3	16.7	34	0.6	INV_SLF
<b>V2</b>	<b>min</b>	-191.5	<b>-8.5</b>	29.1	-0.3	39.7	-16.7	35	0.6	INV_SLF
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-162.5</b>	-7.4	-28.4	0.3	97.6	20.2	26	5.0	INV_SLF
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-191.5</b>	-8.5	29.1	-0.3	39.7	-16.7	35	0.6	INV_SLF

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-164.4	-8.0	-31.7	0.0	92.7	<b>19.4</b>	26	5.0	INV_SLQ
<b>M3</b>	<b>min</b>	-164.4	8.0	-31.7	0.0	92.7	<b>-19.4</b>	34	5.0	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>max</b>	-164.4	-8.0	-31.7	0.0	<b>92.7</b>	19.4	26	5.0	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>min</b>	-164.4	-8.0	31.7	0.0	<b>-92.7</b>	19.4	35	5.0	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>max</b>	-186.2	-8.0	-31.7	<b>0.0</b>	-46.1	-15.5	26	0.6	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>min</b>	-186.2	8.0	-31.7	<b>0.0</b>	-46.1	15.5	34	0.6	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>max</b>	-186.2	-8.0	<b>31.7</b>	0.0	46.1	-15.5	35	0.6	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>min</b>	-186.2	-8.0	<b>-31.7</b>	0.0	-46.1	-15.5	26	0.6	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>max</b>	-186.2	<b>8.0</b>	-31.7	0.0	-46.1	15.5	34	0.6	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>min</b>	-186.2	<b>-8.0</b>	-31.7	0.0	-46.1	-15.5	26	0.6	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-164.4</b>	-8.0	-31.7	0.0	92.7	19.4	26	5.0	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-186.2</b>	-8.0	-31.7	0.0	-46.1	-15.5	26	0.6	INV_SLQ

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale del pilastro:

1) Lato corto:

- Armatura superiore 5  $\Phi$  24
- Armatura inferiore 5  $\Phi$  24

2) Lato lungo:

- Armatura superiore 3  $\Phi$  24
- Armatura inferiore 3  $\Phi$  24

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>70 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	70 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	70 di 101								

Le verifiche di resistenza a flessione allo SLU ed agli SLE (NTC2008 – 4.1.2.1.2.4) per le sezioni di incastro e di campata sono state condotte con il supporto del software RC-Sec considerando le sollecitazioni riportate nel prospetto precedente.

Essendo i pilastri orientati in maniera diversa sono state eseguite le verifiche coerentemente con l'orientamento degli assi locali definiti nel modello di calcolo.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Pilastro40x50

(Percorso File: D:\Commesse\BPK-Cancello-Frasso\EDIFICI\FV03\_verifiche\Pilastro40x50.sez)

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
Tipologia sezione: Sezione generica  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità: Zona sismica (CD'B')  
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35  
Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm<sup>2</sup>  
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 168.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista  
Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 168.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.300 mm  
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 126.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068  
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale

Classe Conglomerato: C28/35

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-20.00	0.00
2	-20.00	50.00
3	20.00	50.00
4	20.00	0.00

## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

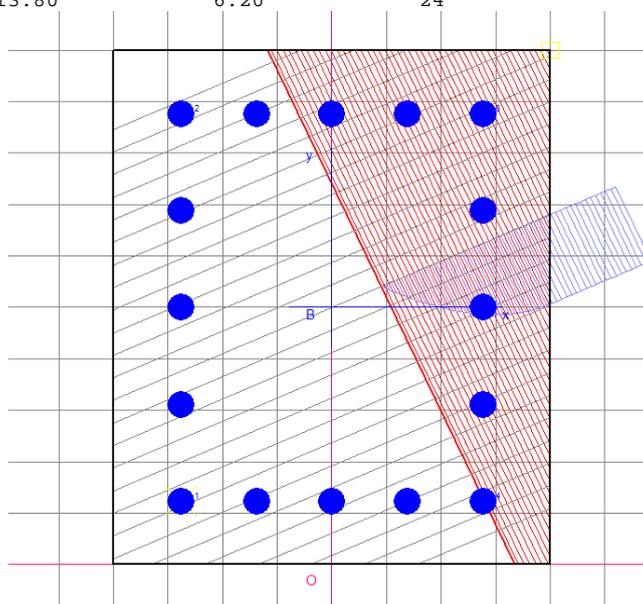
FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	71 di 101

## DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini  
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-13.80	6.20	24
2	-13.80	43.80	24
3	13.80	43.80	24
4	13.80	6.20	24



## DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.  
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.  
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.  
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	24
2	1	2	3	24
3	2	3	3	24
4	4	3	3	24

## ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	10840	8461	11366	2340	5141
2	26135	-17606	-11366	-8620	-5141
3	6480	48017	2750	21407	1118
4	30495	-48017	-5819	-21407	-2701
5	6480	38873	2750	15127	1118
6	30495	-48017	-2750	-21407	-1118
7	6480	48017	2750	21407	1118

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>72 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	72 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	72 di 101								

8	30495	-48017	-5819	-21407	-2701
9	10840	8461	11366	2340	5141
10	26135	-17606	-11366	-8620	-5141
11	4293	45639	5996	15127	1118
12	31189	14134	-2114	8034	-1084
13	15329	27525	6261	6865	3405
14	30595	-27525	-7292	-6865	-2880
15	22524	3125	17000	468	7665
16	27774	-8661	-17000	-5016	-7665
17	17516	16874	7604	6865	3405
18	32781	-22410	-7604	-11414	-3405
19	22524	3125	17000	468	7665
20	27774	-8661	-17000	-5016	-7665
21	17516	22410	7604	11414	3405
22	32781	-22410	-6340	-11414	-2880
23	15329	27525	6261	6865	3405
24	43841	7593	286	5496	105

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	17506	8130	2619
2	19307	5855	-2387
3	21815	13254	-1386
4	21071	-17724	1790
5	21494	12230	1937
6	23258	10032	-1614
7	21815	13254	-1386
8	19307	5855	-2387
9	19871	1923	1998
10	21209	-279	-2243
11	17506	8130	2619
12	23258	10032	-1614
13	27421	11555	-116
14	30393	-12910	-497
15	28908	682	1598
16	29252	7484	-1466
17	29941	6641	-664
18	32580	5431	275
19	28908	682	1598
20	31571	-2308	-1208
21	30089	6994	591
22	29865	10167	-288
23	26721	9273	-1183
24	32580	5431	275

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	16348	-8765	2054
2	16953	8452	-2054
3	16253	9761	2021
4	16962	-10486	1860
5	18440	-3331	-1429
6	19149	3967	-1666
7	18535	5950	-1464
8	19140	-5355	-1632
9	18529	-3331	1666
10	19149	3967	-1666

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>73 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	73 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	73 di 101								

11	16253	9761	2021
12	19149	3967	-1666
13	22779	7815	67
14	24174	-8041	-714
15	25361	3441	834
16	26361	-2927	-834
17	25443	3441	-459
18	26361	2580	515
19	25361	3441	834
20	26361	-2927	-834
21	25361	3441	834
22	26361	-3188	459
23	22766	7815	263
24	26361	-3188	459

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

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	16437	9270	1941
2	16437	9270	-1941
3	16437	9270	1941
4	16437	-9270	1941
5	18624	-4607	-1548
6	18624	-4607	1548
7	18624	4607	-1548
8	18624	-4607	-1548
9	18624	-4607	1548
10	18624	-4607	-1548
11	16437	9270	1941
12	18624	-4607	-1548
13	22796	7328	-98
14	22796	-7328	-98
15	25402	-2801	647
16	25402	-2801	-647
17	25402	-2801	647
18	25402	-2801	-647
19	25402	-2801	647
20	25402	-2801	-647
21	25402	2801	647
22	25402	-2801	647
23	22796	7328	-98
24	25402	-2801	647

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.5 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	10840	8461	11366	10836	22463	30040	2.647
2	S	26135	-17606	-11366	26129	-34522	-22440	1.965

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO

## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

## FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	74 di 101

3	S	6480	48017	2750	6488	50172	3081	1.045
4	S	30495	-48017	-5819	30479	-50326	-6226	1.048
5	S	6480	38873	2750	6454	49986	3449	1.286
6	S	30495	-48017	-2750	30495	-52243	-2784	1.088
7	S	6480	48017	2750	6488	50172	3081	1.045
8	S	30495	-48017	-5819	30479	-50326	-6226	1.048
9	S	10840	8461	11366	10836	22463	30040	2.647
10	S	26135	-17606	-11366	26129	-34522	-22440	1.965
11	S	4293	45639	5996	4263	48238	6429	1.057
12	S	31189	14134	-2114	31186	49459	-7534	3.501
13	S	15329	27525	6261	15335	46132	10586	1.677
14	S	30595	-27525	-7292	30608	-45932	-12332	1.670
15	S	22524	3125	17000	22531	6906	37577	2.210
16	S	27774	-8661	-17000	27749	-17009	-33788	1.983
17	S	17516	16874	7604	17521	39616	17866	2.348
18	S	32781	-22410	-7604	32762	-43711	-14787	1.950
19	S	22524	3125	17000	22531	6906	37577	2.210
20	S	27774	-8661	-17000	27749	-17009	-33788	1.983
21	S	17516	22410	7604	17545	42883	14663	1.915
22	S	32781	-22410	-6340	32790	-45697	-12769	2.037
23	S	15329	27525	6261	15335	46132	10586	1.677
24	S	43841	7593	286	43841	53472	2084	7.043

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00013	20.0	50.0	0.00228	13.8	43.8	-0.00375	-13.8	6.2
2	0.00350	0.00003	-20.0	0.0	0.00238	-13.8	6.2	-0.00347	13.8	43.8
3	0.00350	-0.00099	20.0	50.0	0.00217	13.8	43.8	-0.00565	-13.8	6.2
4	0.00350	-0.00035	-20.0	0.0	0.00234	-13.8	6.2	-0.00432	13.8	43.8
5	0.00350	-0.00095	20.0	50.0	0.00218	13.8	43.8	-0.00557	-13.8	6.2
6	0.00350	-0.00063	-20.0	0.0	0.00228	-13.8	6.2	-0.00491	13.8	43.8
7	0.00350	-0.00099	20.0	50.0	0.00217	13.8	43.8	-0.00565	-13.8	6.2
8	0.00350	-0.00035	-20.0	0.0	0.00234	-13.8	6.2	-0.00432	13.8	43.8
9	0.00350	-0.00013	20.0	50.0	0.00228	13.8	43.8	-0.00375	-13.8	6.2
10	0.00350	0.00003	-20.0	0.0	0.00238	-13.8	6.2	-0.00347	13.8	43.8
11	0.00350	-0.00069	20.0	50.0	0.00224	13.8	43.8	-0.00501	-13.8	6.2
12	0.00350	-0.00028	-20.0	50.0	0.00235	-13.8	43.8	-0.00418	13.8	6.2
13	0.00350	-0.00031	20.0	50.0	0.00233	13.8	43.8	-0.00421	-13.8	6.2
14	0.00350	-0.00009	-20.0	0.0	0.00238	-13.8	6.2	-0.00376	13.8	43.8
15	0.00350	-0.00044	20.0	50.0	0.00211	13.8	43.8	-0.00431	-13.8	6.2
16	0.00350	-0.00008	-20.0	0.0	0.00228	-13.8	6.2	-0.00364	13.8	43.8
17	0.00350	-0.00007	20.0	50.0	0.00236	13.8	43.8	-0.00369	-13.8	6.2
18	0.00350	-0.00001	-20.0	0.0	0.00240	-13.8	6.2	-0.00359	13.8	43.8
19	0.00350	-0.00044	20.0	50.0	0.00211	13.8	43.8	-0.00431	-13.8	6.2
20	0.00350	-0.00008	-20.0	0.0	0.00228	-13.8	6.2	-0.00364	13.8	43.8
21	0.00350	-0.00013	20.0	50.0	0.00236	13.8	43.8	-0.00383	-13.8	6.2
22	0.00350	-0.00006	-20.0	0.0	0.00239	-13.8	6.2	-0.00369	13.8	43.8
23	0.00350	-0.00031	20.0	50.0	0.00233	13.8	43.8	-0.00421	-13.8	6.2
24	0.00350	-0.00047	20.0	50.0	0.00233	13.8	43.8	-0.00459	-13.8	6.2

## POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
---------	---	---	---	-----	--------

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO

## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

## FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	75 di 101

1	0.000135398	0.000061110	-0.002263461
2	-0.000097294	-0.000084109	0.001554125
3	0.000022368	0.000191753	-0.006534992
4	-0.000039164	-0.000148384	0.002716729
5	0.000024520	0.000188225	-0.006401650
6	-0.000020549	-0.000176161	0.003089024
7	0.000022368	0.000191753	-0.006534992
8	-0.000039164	-0.000148384	0.002716729
9	0.000135398	0.000061110	-0.002263461
10	-0.000097294	-0.000084109	0.001554125
11	0.000041229	0.000162522	-0.005450679
12	-0.000044488	0.000141040	-0.004441780
13	0.000058490	0.000130968	-0.004218229
14	-0.000063099	-0.000117000	0.002238021
15	0.000199063	0.000024582	-0.001710388
16	-0.000148637	-0.000048286	0.000527262
17	0.000083585	0.000099585	-0.003150944
18	-0.000070725	-0.000107391	0.002085506
19	0.000199063	0.000024582	-0.001710388
20	-0.000148637	-0.000048286	0.000527262
21	0.000073103	0.000111002	-0.003512178
22	-0.000064276	-0.000114557	0.002214481
23	0.000058490	0.000130968	-0.004218229
24	0.000016645	0.000171962	-0.005430997

## ARMATURE A TAGLIO DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10 mm	
Passo staffe:	10.0 cm	[Passo massimo di normativa = 19.2]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	15.7 cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima normativa = 12.2]

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vru	Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vcd	Taglio [daN] assorbito dal conglomerato nel calcolo delle staffe
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe strettamente necessarie a taglio per metro di trave [cm <sup>2</sup> /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	5649	40941	42762	30.9	52.0	21.80°	1.034	2.1
2	S	9527	42962	41315	29.9	54.0	21.80°	1.082	3.6
3	S	21392	41930	58331	42.2	39.6	21.80°	1.020	5.8
4	S	21387	44621	52560	38.0	43.5	21.80°	1.096	6.4
5	S	15144	42049	57735	41.7	40.1	21.80°	1.020	4.1
6	S	21392	45041	58331	42.2	39.6	21.80°	1.096	5.8
7	S	21392	41930	58331	42.2	39.6	21.80°	1.020	5.8
8	S	21387	44621	52560	38.0	43.5	21.80°	1.096	6.4
9	S	5649	40941	42762	30.9	52.0	21.80°	1.034	2.1
10	S	9527	42962	41315	29.9	54.0	21.80°	1.082	3.6
11	S	14937	40104	53909	39.0	41.2	21.80°	1.014	4.4
12	S	7988	43738	51636	37.3	43.3	21.80°	1.098	2.4
13	S	7657	40621	51013	36.9	42.7	21.80°	1.048	2.4
14	S	7410	42647	48883	35.3	44.7	21.80°	1.096	2.4
15	S	7665	43743	45461	32.9	50.5	21.80°	1.071	2.6
16	S	8840	43110	42900	31.0	51.9	21.80°	1.088	3.2
17	S	7447	40980	44898	32.5	48.6	21.80°	1.055	2.6
18	S	11405	42963	46861	33.9	46.7	21.80°	1.103	3.8
19	S	7665	43743	45461	32.9	50.5	21.80°	1.071	2.6
20	S	8840	43110	42900	31.0	51.9	21.80°	1.088	3.2
21	S	11405	41089	46861	33.9	46.7	21.80°	1.055	3.8
22	S	11363	43070	48209	34.9	45.5	21.80°	1.103	3.7

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO

## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

## FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	76 di 101

23	S	7657	40621	51013	36.9	42.7	21.80°	1.048	2.4
24	S	5481	48192	55849	40.4	42.6	21.80°	1.138	1.5

## COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	61.5	20.0	50.0	-758	-13.8	6.2	325	145	0.135	0.037
2	S	48.5	-20.0	50.0	-499	13.8	6.2	258	149	0.127	0.025
3	S	78.0	-20.0	50.0	-1079	13.8	6.2	482	140	0.128	0.083
4	S	102.5	20.0	0.0	-1551	-13.8	43.8	507	142	0.132	0.153
5	S	77.2	20.0	50.0	-1032	-13.8	6.2	442	138	0.131	0.077
6	S	64.3	-20.0	50.0	-771	13.8	6.2	410	136	0.125	0.036
7	S	78.0	-20.0	50.0	-1079	13.8	6.2	482	140	0.128	0.083
8	S	48.5	-20.0	50.0	-499	13.8	6.2	258	149	0.127	0.025
9	S	25.5	20.0	50.0	-129	-13.8	6.2	131	149	0.125	0.006
10	S	19.7	0.0	0.0	-42	13.8	43.8	0	0	0.125	0.000
11	S	61.5	20.0	50.0	-758	-13.8	6.2	325	145	0.135	0.037
12	S	64.3	-20.0	50.0	-771	13.8	6.2	410	136	0.125	0.036
13	S	61.4	-20.0	50.0	-740	13.8	6.2	508	141	0.125	0.035
14	S	71.3	20.0	0.0	-858	13.8	43.8	490	140	0.125	0.049
15	S	19.7	20.0	50.0	31	-13.8	6.2	0	0	0.125	0.000
16	S	51.4	-20.0	50.0	-441	13.8	6.2	291	139	0.125	0.021
17	S	41.8	-20.0	50.0	-296	13.8	6.2	323	135	0.125	0.014
18	S	33.9	20.0	50.0	-138	-13.8	6.2	244	135	0.125	0.006
19	S	19.7	20.0	50.0	31	-13.8	6.2	0	0	0.125	0.000
20	S	24.8	-20.0	60.0	-6	13.8	43.8	0	0	0.125	0.000
21	S	43.1	20.0	50.0	-320	-13.8	6.2	347	132	0.125	0.014
22	S	56.5	-20.0	50.0	-591	13.8	6.2	465	138	0.125	0.028
23	S	58.0	-20.0	50.0	-617	13.8	6.2	401	135	0.125	0.028
24	S	33.9	20.0	50.0	-138	-13.8	6.2	244	135	0.125	0.006

## COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	60.4	20.0	0.0	-784	-13.8	43.8	387	141	0.134	0.066
2	S	58.9	-20.0	50.0	-746	13.8	6.2	374	140	0.133	0.060
3	S	65.0	20.0	50.0	-877	-13.8	6.2	415	143	0.134	0.080
4	S	67.4	20.0	0.0	-923	-13.8	43.8	437	138	0.133	0.083
5	S	28.7	0.0	0.0	-198	13.8	43.8	177	137	0.125	0.009
6	S	33.7	-20.0	50.0	-265	13.8	6.2	201	140	0.125	0.013
7	S	42.4	-20.0	50.0	-436	13.8	6.2	310	141	0.125	0.021
8	S	40.6	0.0	0.0	-387	13.8	43.8	263	149	0.125	0.020
9	S	30.3	20.0	0.0	-218	-13.8	43.8	179	138	0.125	0.010
10	S	33.7	-20.0	50.0	-265	13.8	6.2	201	140	0.125	0.013
11	S	65.0	20.0	50.0	-877	-13.8	6.2	415	143	0.134	0.080
12	S	33.7	-20.0	50.0	-265	13.8	6.2	201	140	0.125	0.013
13	S	42.3	20.0	50.0	-445	-13.8	6.2	479	139	0.125	0.021
14	S	48.2	0.0	0.0	-498	13.8	43.8	420	136	0.125	0.023
15	S	26.3	20.0	50.0	-90	-13.8	6.2	113	144	0.125	0.004
16	S	24.1	0.0	0.0	-48	13.8	43.8	0	0	0.125	0.000
17	S	24.1	-20.0	50.0	-64	13.8	6.2	113	144	0.125	0.003
18	S	20.7	20.0	50.0	-9	-13.8	6.2	0	0	0.125	0.000
19	S	26.3	20.0	50.0	-90	-13.8	6.2	113	144	0.125	0.004
20	S	24.1	0.0	0.0	-48	13.8	43.8	0	0	0.125	0.000
21	S	26.3	20.0	50.0	-90	-13.8	6.2	113	144	0.125	0.004
22	S	23.1	20.0	0.0	-40	-13.8	43.8	0	0	0.125	0.000
23	S	43.7	20.0	50.0	-460	-13.8	6.2	462	138	0.125	0.022
24	S	23.1	20.0	0.0	-40	-13.8	43.8	0	0	0.125	0.000

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>77 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	77 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	77 di 101								

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	62.0	20.0	50.0	-821	-13.8	6.2	408	143	0.134	0.071
2	S	62.0	-20.0	50.0	-821	13.8	6.2	408	143	0.134	0.071
3	S	62.0	20.0	50.0	-821	-13.8	6.2	408	143	0.134	0.071
4	S	62.0	20.0	0.0	-821	-13.8	43.8	408	143	0.134	0.071
5	S	36.1	0.0	0.0	-318	13.8	43.8	237	145	0.125	0.016
6	S	36.1	20.0	0.0	-318	-13.8	43.8	237	145	0.125	0.016
7	S	36.1	-20.0	50.0	-318	13.8	6.2	237	145	0.125	0.016
8	S	36.1	0.0	0.0	-318	13.8	43.8	237	145	0.125	0.016
9	S	36.1	20.0	0.0	-318	-13.8	43.8	237	145	0.125	0.016
10	S	36.1	0.0	0.0	-318	13.8	43.8	237	145	0.125	0.016
11	S	62.0	20.0	50.0	-821	-13.8	6.2	408	143	0.134	0.071
12	S	36.1	0.0	0.0	-318	13.8	43.8	237	145	0.125	0.016
13	S	40.1	-20.0	50.0	-402	13.8	6.2	466	139	0.125	0.019
14	S	40.1	20.0	0.0	-402	13.8	43.8	466	139	0.125	0.019
15	S	22.2	20.0	0.0	-35	-13.8	43.8	0	0	0.125	0.000
16	S	22.2	0.0	0.0	-35	13.8	43.8	0	0	0.125	0.000
17	S	22.2	20.0	0.0	-35	-13.8	43.8	0	0	0.125	0.000
18	S	22.2	0.0	0.0	-35	13.8	43.8	0	0	0.125	0.000
19	S	22.2	20.0	0.0	-35	-13.8	43.8	0	0	0.125	0.000
20	S	22.2	0.0	0.0	-35	13.8	43.8	0	0	0.125	0.000
21	S	22.2	20.0	50.0	-35	-13.8	6.2	0	0	0.125	0.000
22	S	22.2	20.0	0.0	-35	-13.8	43.8	0	0	0.125	0.000
23	S	40.1	-20.0	50.0	-402	13.8	6.2	466	139	0.125	0.019
24	S	22.2	20.0	0.0	-35	-13.8	43.8	0	0	0.125	0.000

### 8.5.2 Verifica a taglio

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici o fragili dovuti al taglio, per quanto concerne la verifica a taglio del pilastro si utilizza il valore massimo tra il taglio di calcolo dedotto dall'output del modello di calcolo ( $V_{d,max} = 116.99$  kN) e quello che si ottiene dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore  $M_{C,Rd}^s$  ed inferiore  $M_{C,Rd}^i$  secondo l'espressione:

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{C,Rd}^s + M_{C,Rd}^i}{l_p}$$

dove:

$\gamma_{Rd} = 1.10$  per strutture in CD"B";

$M_{C,Rd}^s = M_{C,Rd}^i = 507.6$  kNm lungo l'asse forte

$M_{C,Rd}^s = M_{C,Rd}^i = 377.9$  kNm lungo l'asse debole

$l_p = 4,80$  m

**$V_{Ed} = 232.66$  kN lungo l'asse forte**

**$V_{Ed} = 173.19$  kN lungo l'asse debole**

**asse forte**

Base	0.40	m
Altezza	0.50	m
$L_p$	4.80	m
$M_{C,Rd}^{(sup)}$	507.6	kNm
$M_{C,Rd}^{(inf)}$	507.6	kNm
$\gamma_{Rd}$	1.10	[-]

**asse debole**

Base	0.50	m
Altezza	0.40	m
$L_p$	4.80	m
$M_{C,Rd}^{(sup)}$	377.9	kNm
$M_{C,Rd}^{(inf)}$	377.9	kNm
$\gamma_{Rd}$	1.10	[-]

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>78 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	78 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	78 di 101								

$V_2$ (output) =	214.1	kN
$V_{Ed}$ =	232.66	kN

$V_2$ (output) =	114.1	kN
$V_{Ed}$ =	173.19	kN

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è maggiore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante il SAP2000, si procede alla verifica di resistenza considerando il valore del taglio massimo.

Asse forte

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>79 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	79 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	79 di 101								

### Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

[4.1.2.1.3.2]

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3 N/mm<sup>2</sup></b>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45 °</b> 0.79 rad
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	<b>314.16 mm<sup>2</sup></b>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		$s$	<b>100 mm</b>
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	8.23 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	486.80 kN
		$V_{Rcd}$	651.88 kN
		$V_{Rd}$	486.80 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

Asse debole

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>80 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	80 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	80 di 101								

### Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

[4.1.2.1.3.2]

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3 N/mm<sup>2</sup></b>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45 °</b> 0.79 rad
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	<b>157.08 mm<sup>2</sup></b>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	<b>100 mm</b>
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	8.23 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	188.08 kN
		$V_{Rcd}$	629.66 kN
		$V_{Rd}$	188.08 kN

**Verifica:**

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

**VERIFICATA**

Si adatteranno staffe a 4 braccia  $\Phi 10 / 10$  cm alle estremità superiore e inferiore (lunghezza 1 m) del pilastro e staffe  $\Phi 10 / 15$  cm per la zona centrale del pilastro, rispettando ampiamente le prescrizioni relative ai dettagli costruttivi degli elementi in c.a. proposti dalle NTC-2008 al punto 4.1.6.

### 8.5.3 Verifica a torsione

- Asse forte

La resistenza alla torsione della trave è la minore delle tre calcolate:

#### Calcestruzzo

B (m)	0.5
H (m)	0.4

#### Staffe Trasversali

B (m)	0.5
H (m)	0.4

#### Armatura Longitudinale

B (m)	0.5
H (m)	0.4

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>81 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	81 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	81 di 101								

A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.2
u (m)	1.8
t (m)	0.11
A (m <sup>2</sup> )	0.11
f <sub>cd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	8230.8
cotgθ (-)	1.60
a <sub>1</sub>	0.0040
a <sub>s</sub>	0.002
<b>T<sub>Rcd</sub> (kNm)</b>	<b>126.45</b>

A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.2
u (m)	1.8
t (m)	0.11
A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0002
A (m <sup>2</sup> )	0.11
s <sub>(prog.)</sub> (m)	0.1
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	1.60
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>220.86</b>

A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.2
u (m)	1.8
t (m)	0.11
u <sub>m</sub> (m)	1.36
ΣA <sub>l</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0040
A (m <sup>2</sup> )	0.11
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	1.60
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>162.93</b>

T<sub>Rd</sub> (kNm) 126.45  
T<sub>Ed</sub> (kNm) 20.00 sap

Per quanto riguarda la crisi lato calcestruzzo, la resistenza massima di una membratura soggetta a torsione e taglio è limitata dalla resistenza delle bielle compresse di calcestruzzo. Per non eccedere tale resistenza deve essere soddisfatta la seguente condizione

$$T_{Ed} / T_{Rcd} + V_{Ed} / V_{Rcd} < 1$$

$$T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.158$$

$$V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.478$$

$$= 0.636$$

La verifica risulta soddisfatta

- Asse debole

La resistenza alla torsione della trave è la minore delle tre calcolate:

<b>Calcestruzzo</b>	
B (m)	0.4
H (m)	0.5
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.2
u (m)	1.8
t (m)	0.11
A (m <sup>2</sup> )	0.11
f <sub>cd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	8230.8
cotgθ (-)	1.60
a <sub>1</sub>	0.0040
a <sub>s</sub>	0.002
<b>T<sub>Rcd</sub> (kNm)</b>	<b>126.45</b>

<b>Staffe Trasversali</b>	
B (m)	0.4
H (m)	0.5
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.2
u (m)	1.8
t (m)	0.11
A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0002
A (m <sup>2</sup> )	0.11
s <sub>(prog.)</sub> (m)	0.1
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	1.60
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>220.86</b>

<b>Armatura Longitudinale</b>	
B (m)	0.4
H (m)	0.5
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.2
u (m)	1.8
t (m)	0.11
u <sub>m</sub> (m)	1.36
ΣA <sub>l</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0040
A (m <sup>2</sup> )	0.11
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	1.60
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>162.93</b>

Per quanto riguarda la crisi lato calcestruzzo, la resistenza massima di una membratura soggetta a torsione e taglio è limitata dalla resistenza delle bielle compresse di calcestruzzo. Per non eccedere tale resistenza deve essere soddisfatta la seguente condizione

$$T_{Ed} / T_{Rcd} + V_{Ed} / V_{Rcd} < 1$$

$$T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.158$$

$$V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.460$$

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>82 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	82 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	82 di 101								

= 0.619                      La verifica risulta  
soddisfatta

### 8.5.4 Verifica limitazioni armatura

Resta da verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.2 delle NTC2008:

- Per tutta la lunghezza del pilastro l'interasse tra le barre non deve essere superiore a 25 cm;
- Nella sezione corrente del pilastro, la percentuale geometrica  $\rho$  di armatura longitudinale, con  $\rho$  rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti:

$$1\% < \rho < 4\%$$

Armatura                      16     $\emptyset$                       24 mm  
 $A_s =$                               7234.56 mm<sup>2</sup>  
 $\rho = A_s / (bh) =$                       3.62%                      La verifica risulta  
soddisfatta

- Nelle zone critiche devono essere rispettate le condizioni seguenti: le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe; almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, deve essere trattenuta da staffe interne o legature; le barre non fissate si devono trovare a meno di 20 cm da una barra fissata per CDB.
- Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm ed il loro passo deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:
  - 1/2 del lato minore della sezione trasversale per CDB;
  - 175 mm (per CD"B");
  - 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali che collegano (per CD"B")

Nel caso specifico risulta:

$$d = 100mm \leq \begin{cases} \frac{b}{2} = 500/2 = 250mm \\ 175mm \\ 8 \cdot 24 = 192mm \end{cases}$$

- Si devono disporre staffe in un quantitativo minimo non inferiore a:

$$\frac{A_{st}}{s} = 0.08 \frac{f_{cd} \cdot b_{st}}{f_{yd}}$$

Nel caso specifico risulta:

$f_{cd} =$     15.87 MPa                      valore medio della resistenza a trazione assiale

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>83 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	83 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	83 di 101								

$f_{yk} = 450$  MPa      resistenza caratteristica a trazione dell'armatura  
 $b_{st} = 340$  mm      larghezza media della zona tesa

$A_s = 157.00$  mm<sup>2</sup>  
 $s = 150$  mm

1.05 >

0.96 La verifica risulta soddisfatta

- Le staffe orizzontali presenti lungo l'altezza del nodo devono verificare la seguente condizione

$$\frac{n_{st} \cdot A_{st}}{i \cdot b_j} \geq 0.05 \frac{f_{ck}}{f_{yk}}$$

Nella quale  $n_{st}$  e  $A_{st}$  sono rispettivamente il numero di bracci e l'area della sezione trasversale della barra della singola staffa orizzontale,  $i$  è l'interasse, e  $b_j$  è la larghezza utile del nodo determinata come segue:

- se la trave ha una larghezza  $b_w$  superiore a quella del pilastro  $b_c$ , allora  $b_j$  è il valore minimo fra  $b_w$  e  $b_c + h_c/2$ , essendo  $h_c$  la dimensione della sezione della colonna parallela alla trave;
- se la trave ha una larghezza  $b_w$  inferiore a quella del pilastro  $b_c$ , allora  $b_j$  è il valore minimo fra  $b_c$  e  $b_w + h_c/2$ .

Con:

$$n_{st} = 2$$

$$A_{st} = 78,50 \text{ mm}^2$$

$$i = 10 \text{ mm}$$

$$b_c = 400 \text{ mm} - 500 \text{ mm}$$

$$b_w = 500 \text{ mm} - 400 \text{ mm}$$

$$h_c = 500 \text{ mm}$$

$$b_j = 400 \text{ mm}$$

$A_s = 78.50$  mm<sup>2</sup>      l'area della sezione trasversale della barra  
 della singola staffa orizzontale  
 $n_s = 4$       numero di  
 bracci  
 $f_{yk} = 450$  MPa  
 $i = 100$  mm      interasse  
 $b_j = 300$  mm

0.01 >

0.0031 La verifica risulta soddisfatta

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>84 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	84 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	84 di 101								

Devono inoltre essere rispettati i limiti riportati al punto 4.1.6.1.2 delle NTC2008:

- Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm. Inoltre la loro area non deve essere inferiore a :

$$A_{s,min} = (0.10 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}})$$

e comunque non minore di 0.003 Ac;

dove:

$N_{Ed}$  rappresenta lo sforzo di compressione assiale di calcolo;

Ac è l'area di calcestruzzo;

$f_{yd}$  è il valore della resistenza di calcolo dell'armatura.

Nel caso in esame risulta:

$$A_{s,min} = 7234.56 \text{ mm}^2$$

$$N_{ed} = 276.70 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = 391.30 \text{ MPa}$$

$$A_{s,min} = (0.10 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}}) = 70.71 \text{ mm}^2$$

La verifica risulta soddisfatta

$$0.003 A_c = 600 \text{ mm}^2$$

La verifica risulta soddisfatta

Si riscontra, pertanto, che l'armatura dei pilastri rispetta i limiti prescritti dalle NTC2008.

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>85 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	85 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	85 di 101								

## 8.6 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO)

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso I e II si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti eccessivi d'interpiano, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti d'interpiano ottenuti dall'analisi in presenza di dell'azione sismica di progetto relativa allo SLD siano inferiori a:

$$d_r \leq 0,01h$$

per tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano, per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti alla struttura.

Considerando h altezza d'interpiano che vale 4.8 m si ottiene che deve essere:

$$d_r < 0,048 \text{ m.}$$

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso III e IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO siano inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

$$U1 = d_r = 0,015 \text{ m} < 2 \cdot 0,01 \cdot h / 3 = 0,048 \cdot 2/3 = 0,032 \text{ m.}$$

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>86 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	86 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	86 di 101								

## 9 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 cm . Le travi di bordo hanno sezione a "T" rovescia con altezza 1.10 m e larghezza 1.50 m. 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.

### 9.1 TRAVI DI FONDAZIONE

Le verifiche di resistenza delle travi di fondazione sono state eseguite con riferimento alle travi rovesce perimetrali e ai cordoli trasversali di collegamento.

Nelle verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento strutturale (STR), si considerano gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza negli elementi che costituiscono la fondazione. Le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche.

Le fondazioni superficiali sono verificate in condizioni sismiche e in condizioni statiche:

- In condizioni sismiche utilizzando le sollecitazioni ottenute amplificando i valori nelle SLV mediante il coefficiente 1,1. (combinazione di carico 1,1 x SLV) ed utilizzando le sollecitazioni ottenute amplificando i valori nelle SLD mediante il coefficiente 1,1 (combinazione di carico 1,1 x SLD), secondo quanto prescritto nel paragrafo 7.2.5 delle NTC 2008.
- In condizioni statiche utilizzando le sollecitazioni non amplificate della combinazione non sismica SLU.
- Inoltre sono state eseguite le verifiche a fessurazione e delle tensioni di esercizio per le combinazioni relative allo SLE.

Seguono tabelle delle sollecitazioni ottenute per le travi di fondazione nelle combinazioni statiche sismiche e agli stati limite.

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	0.0	9.1	0.0	40.3	0.0	<b>355.4</b>	9	0.7	SLV2
<b>M3</b>	<b>min</b>	0.0	-270.5	0.0	-40.3	0.0	<b>-514.3</b>	9	0.3	SLV2
<b>M2</b>	<b>max</b>	0.0	135.8	-0.1	-21.1	<b>0.3</b>	-4.8	8	4.6	INV_SLU
<b>M2</b>	<b>min</b>	0.0	-138.0	-0.1	7.0	<b>-0.3</b>	-21.3	1	0.2	INV_SLU
<b>T</b>	<b>max</b>	0.0	-59.7	0.0	<b>238.3</b>	0.0	77.7	1	0.2	SLV2
<b>T</b>	<b>min</b>	0.0	-123.0	0.0	<b>-238.3</b>	0.0	-60.2	8	0.3	SLV2
<b>V3</b>	<b>max</b>	0.0	-59.7	<b>0.0</b>	238.3	0.0	77.7	1	0.2	SLV2
<b>V3</b>	<b>min</b>	0.0	-138.0	<b>-0.1</b>	7.0	-0.3	-21.3	1	0.2	INV_SLU
<b>V2</b>	<b>max</b>	0.0	<b>270.5</b>	0.0	40.3	0.0	354.9	9	7.0	SLV2
<b>V2</b>	<b>min</b>	0.0	<b>-270.5</b>	0.0	-40.3	0.0	-514.3	9	0.3	SLV2
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>0.0</b>	-134.0	-0.1	51.8	-0.1	-15.3	1	0.2	INV_SLU
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>0.0</b>	-134.0	-0.1	51.8	-0.1	-15.3	1	0.2	INV_SLU

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

01 E ZZ

CL

FA0320 001

B

87 di 101

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	0.8	0.0	-5.8	0.0	<b>153.4</b>	9	4.1	INV_SLR
M3	min	0.0	-170.7	0.0	-9.2	-0.2	<b>-192.4</b>	9	0.3	INV_SLR
M2	max	0.0	103.0	0.0	-21.0	<b>0.2</b>	-3.2	8	4.6	INV_SLR
M2	min	0.0	-104.5	-0.1	11.6	<b>-0.2</b>	-14.2	1	0.2	INV_SLR
T	max	0.0	-94.0	0.0	<b>104.6</b>	-0.1	4.9	25	0.2	INV_SLR
T	min	0.0	-90.2	-0.1	<b>-106.5</b>	-0.2	13.2	18	0.3	INV_SLR
V3	max	0.0	-160.0	<b>0.0</b>	-5.8	-0.1	-157.1	9	0.3	INV_SLR
V3	min	0.0	-104.5	<b>-0.1</b>	11.6	-0.2	-14.2	1	0.2	INV_SLR
V2	max	0.0	<b>165.6</b>	0.0	7.7	0.2	-131.0	17	7.0	INV_SLR
V2	min	0.0	<b>-170.7</b>	0.0	-9.2	-0.2	-192.4	9	0.3	INV_SLR
P	max	<b>0.0</b>	-101.8	0.0	41.6	-0.1	-10.3	1	0.2	INV_SLR
P	min	<b>0.0</b>	-101.8	0.0	41.6	-0.1	-10.3	1	0.2	INV_SLR

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	3.2	0.0	0.9	0.0	<b>158.5</b>	9	3.6	INV_SLF
M3	min	0.0	-145.5	0.0	-1.5	0.0	<b>-97.1</b>	9	0.3	INV_SLF
M2	max	0.0	-93.0	0.0	59.4	<b>0.1</b>	1.6	1	0.2	INV_SLF
M2	min	0.0	93.9	0.0	-57.5	<b>-0.1</b>	-2.5	8	4.6	INV_SLF
T	max	0.0	-93.0	0.0	<b>61.0</b>	0.1	1.6	25	0.2	INV_SLF
T	min	0.0	-89.8	0.0	<b>-61.0</b>	0.0	8.2	18	0.3	INV_SLF
V3	max	0.0	-93.0	<b>0.0</b>	59.4	0.1	1.6	1	0.2	INV_SLF
V3	min	0.0	-95.2	<b>0.0</b>	44.9	-0.1	-2.3	1	0.2	INV_SLF
V2	max	0.0	<b>145.5</b>	0.0	1.5	0.0	-82.3	17	7.0	INV_SLF
V2	min	0.0	<b>-145.5</b>	0.0	-1.5	0.0	-97.1	9	0.3	INV_SLF
P	max	<b>0.0</b>	-93.0	0.0	59.4	0.1	1.6	1	0.2	INV_SLF
P	min	<b>0.0</b>	-93.0	0.0	59.4	0.1	1.6	1	0.2	INV_SLF

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>88 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	88 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	88 di 101								

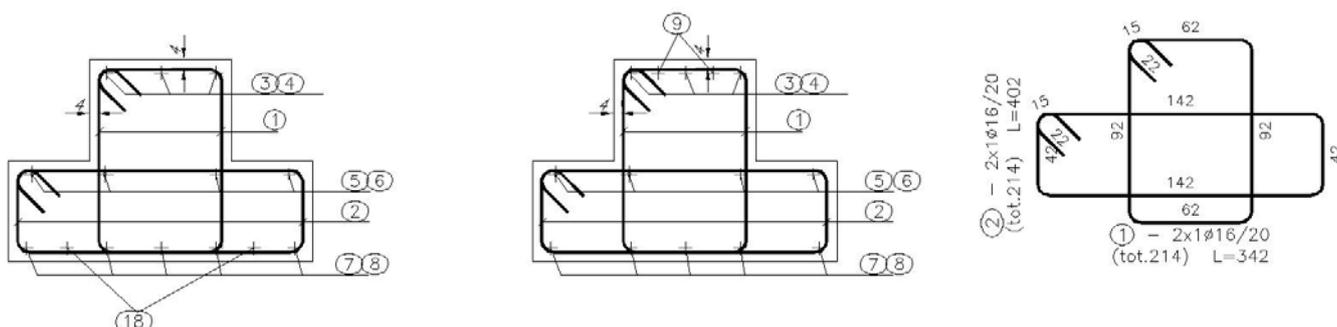
		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>154.5</b>	9	3.6	INV_SLQ
M3	min	0.0	-140.8	0.0	0.0	0.0	<b>-81.3</b>	9	0.3	INV_SLQ
M2	max	0.0	93.9	0.0	-53.5	<b>0.0</b>	-0.4	8	4.6	INV_SLQ
M2	min	0.0	-93.9	0.0	53.5	<b>0.0</b>	-0.4	1	0.2	INV_SLQ
T	max	0.0	-93.9	0.0	<b>53.5</b>	0.0	-0.4	1	0.2	INV_SLQ
T	min	0.0	-88.9	0.0	<b>-53.5</b>	0.0	10.4	8	0.3	INV_SLQ
V3	max	0.0	-140.8	<b>0.0</b>	0.0	0.0	-81.3	9	0.3	INV_SLQ
V3	min	0.0	-93.9	<b>0.0</b>	53.5	0.0	-0.4	1	0.2	INV_SLQ
V2	max	0.0	<b>140.8</b>	0.0	0.0	0.0	-81.3	9	7.0	INV_SLQ
V2	min	0.0	<b>-140.8</b>	0.0	0.0	0.0	-81.3	9	0.3	INV_SLQ
P	max	<b>0.0</b>	-93.9	0.0	53.5	0.0	-0.4	1	0.2	INV_SLQ
P	min	<b>0.0</b>	-93.9	0.0	53.5	0.0	-0.4	1	0.2	INV_SLQ

### 9.1.1 VERIFICA A FLESSIONE

Come prescritto dalle NTC2008 nel paragrafo 7.2.5, poiché le sollecitazioni di calcolo più gravose si rilevano in corrispondenza della combinazione sismica SLV, andranno amplificate del fattore 1,1 per CDB.

Le verifiche a flessione e pressoflessione allo SLU ed agli SLE (NTC2008 – 4.1.2.1.2.4) sono state condotte con il supporto del software RC-Sec considerando le sollecitazioni riportate nel prospetto precedente.

La sezione viene armata così come viene esplicitato nella figura seguente.



**Figura 9-1 Sezione di sx: armatura sotto pilastro (momento positivo) , sezione di dx: armatura in campata (momento negativo).**

Le verifiche vengono condotte a favore di sicurezza considerando l'armatura minima presente sia all'intradosso che all'estradosso della trave.

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE: Trave\_fondazione**

**(Percorso File: D:\Commesse\BPK-Cancello-Frasso\EDIFICI\FV03\_verifiche\Trave\_fondazione.sez)**

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Stati Limite Ultimi

Sezione generica

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Zona non sismica

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>89 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	89 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	89 di 101								

Posizione sezione nell'asta:

In zona critica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CONGLOMERATO - Classe: C25/30

Resis. compr. di calcolo fcd : 141.60 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd' : 70.80 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec : 314750 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson : 0.20  
 Resis. media a trazione fctm : 26.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
 Sc Limite : 150.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):  
 Sc Limite : 150.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
 Sc Limite : 112.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068  
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza ist. β1\*β2 : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza diff. β1\*β2 : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm<sup>2</sup>

**CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO**

**DOMINIO N° 1**  
 Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C25/30

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-75.00	0.00
2	-75.00	50.00
3	-35.00	50.00
4	-35.00	115.00
5	35.00	115.00
6	35.00	50.00
7	75.00	50.00
8	75.00	0.00

**DATI BARRE ISOLATE**

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini  
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-68.40	6.60	20
2	-68.40	43.40	20
3	-28.40	43.40	20
4	-28.40	108.40	20
5	28.40	108.40	20
6	28.40	43.40	20
7	68.40	43.40	20
8	68.40	6.60	20

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

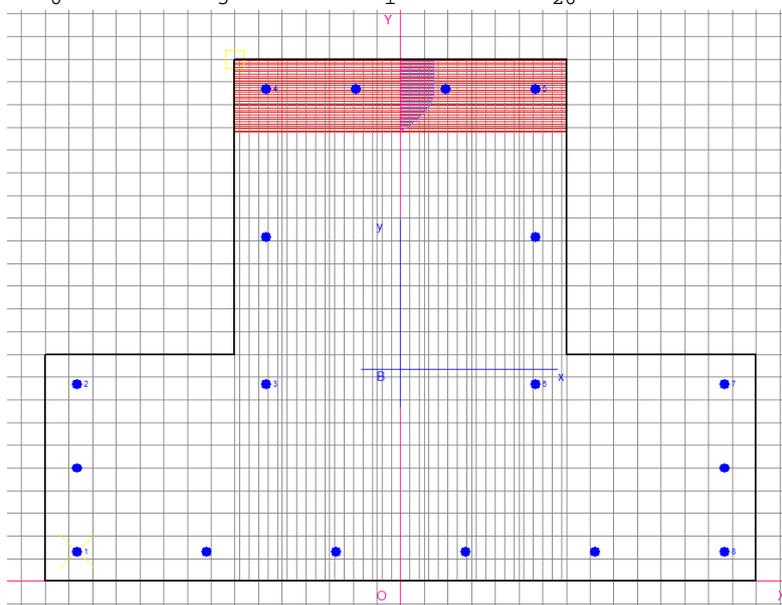
## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

## FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	90 di 101

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.  
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.  
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.  
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	8	4	20
2	4	5	2	20
3	1	2	1	20
4	7	8	1	20
5	3	4	1	20
6	6	5	1	20



## ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	39091	0	1000	0
2	0	-56578	0	-29754	0
3	0	-528	33	14942	-6
4	0	-2343	-33	-15184	-15
5	0	8543	0	-6572	0
6	0	-6620	0	-13533	0
7	0	8543	0	-6572	0
8	0	-2343	-33	-15184	-15
9	0	39040	0	29754	0
10	0	-56578	0	-29754	0
11	0	-1687	-13	-14741	-6
12	0	-1687	-13	-14741	-6

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>91 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	91 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	91 di 101								

N. Comb.	N	Mx	My
1	0	15336	2
2	0	-19240	-16
3	0	-7517	0
4	0	-7855	0
5	0	-7387	0
6	0	-8723	0
7	0	-7517	0
8	0	-8723	0
9	0	-6614	0
10	0	-8536	0
11	0	-7517	0
12	0	-7517	0

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

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N. Comb.	N	Mx	My
1	0	15850	0
2	0	-9707	-4
3	0	-5015	0
4	0	-5510	0
5	0	-5114	0
6	0	-5468	0
7	0	-5042	0
8	0	-5510	0
9	0	-5019	0
10	0	-5468	0
11	0	-5042	0
12	0	-5042	0

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

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N. Comb.	N	Mx	My
1	0	15448	0
2	0	-5078	0
3	0	-5078	0
4	0	-5078	0
5	0	-5045	0
6	0	-5078	0
7	0	-5078	0
8	0	-5078	0
9	0	-5045	0
10	0	-5045	0
11	0	-5078	0
12	0	-5078	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 16.4 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO

## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

## FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	92 di 101

Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	39091	0	0	140108	0	3.584
2	S	0	-56578	0	0	-100878	0	1.783
3	S	0	-528	33	0	-100262	6108	189.873
4	S	0	-2343	-33	0	-100916	-1240	43.070
5	S	0	8543	0	0	140108	0	16.400
6	S	0	-6620	0	0	-100878	0	15.238
7	S	0	8543	0	0	140108	0	16.400
8	S	0	-2343	-33	0	-100916	-1240	43.070
9	S	0	39040	0	0	140108	0	3.589
10	S	0	-56578	0	0	-100878	0	1.783
11	S	0	-1687	-13	0	-100988	-577	59.862
12	S	0	-1687	-13	0	-100988	-577	59.862

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00730	-35.0	115.0	0.00205	-28.4	108.4	-0.02026	-68.4	6.6
2	0.00350	-0.01849	-75.0	0.0	0.00056	-68.4	6.6	-0.04486	-28.4	108.4
3	0.00350	-0.01680	75.0	0.0	0.00078	68.4	6.6	-0.04114	-28.4	108.4
4	0.00350	-0.01827	-75.0	0.0	0.00058	-68.4	6.6	-0.04438	28.4	108.4
5	0.00350	-0.00730	-35.0	115.0	0.00205	-28.4	108.4	-0.02026	-68.4	6.6
6	0.00350	-0.01849	-75.0	0.0	0.00056	-68.4	6.6	-0.04486	-28.4	108.4
7	0.00350	-0.00730	-35.0	115.0	0.00205	-28.4	108.4	-0.02026	-68.4	6.6
8	0.00350	-0.01827	-75.0	0.0	0.00058	-68.4	6.6	-0.04438	28.4	108.4
9	0.00350	-0.00730	-35.0	115.0	0.00205	-28.4	108.4	-0.02026	-68.4	6.6
10	0.00350	-0.01849	-75.0	0.0	0.00056	-68.4	6.6	-0.04486	-28.4	108.4
11	0.00350	-0.01835	-75.0	0.0	0.00057	-68.4	6.6	-0.04457	28.4	108.4
12	0.00350	-0.01835	-75.0	0.0	0.00057	-68.4	6.6	-0.04457	28.4	108.4

## POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000219202	-0.021708184	0.147	0.700
2	0.000000000	-0.000446088	0.003500000	0.072	0.700
3	0.000003441	-0.000408498	0.003241945	0.078	0.700
4	-0.000000799	-0.000440904	0.003440090	0.073	0.700
5	0.000000000	0.000219202	-0.021708184	0.147	0.700
6	0.000000000	-0.000446088	0.003500000	0.072	0.700
7	0.000000000	0.000219202	-0.021708184	0.147	0.700
8	-0.000000799	-0.000440904	0.003440090	0.073	0.700
9	0.000000000	0.000219202	-0.021708184	0.147	0.700
10	0.000000000	-0.000446088	0.003500000	0.072	0.700
11	-0.000000695	-0.000442756	0.003447868	0.073	0.700

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO

## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

## FA03 – PC – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	93 di 101

12      -0.000000695    -0.000442756    0.003447868      0.073      0.700

## ARMATURE A TAGLIO DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:                    16 mm  
 Passo staffe:                        15.0 cm                    [Passo massimo di normativa = 17.9]  
 N.Bracci staffe:                      2  
 Area staffe/m :                        26.8 cm<sup>2</sup>/m                [Area Staffe Minima normativa = 22.5]

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver                    S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Vsdu                Taglio agente [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
 Vru                Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso  
 Vcd                Taglio [daN] assorbito dal conglomerato nel calcolo delle staffe  
 Vwd                Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
 Dmed               Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
                       Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
                       I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
 bw                Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro.  
                       E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
 Teta                Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw                Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Afst                Area staffe strettamente necessarie a taglio per metro di trave [cm<sup>2</sup>/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	1000	166727	255853	108.4	70.0	21.80°	1.000	0.1
2	S	29754	243015	174030	73.7	150.0	21.80°	1.000	4.6
3	S	14942	243698	174037	73.7	150.4	21.80°	1.000	2.3
4	S	15184	243162	174031	73.7	150.1	21.80°	1.000	2.3
5	S	6572	166727	255853	108.4	70.0	21.80°	1.000	0.7
6	S	13533	243015	174030	73.7	150.0	21.80°	1.000	2.1
7	S	6572	166727	255853	108.4	70.0	21.80°	1.000	0.7
8	S	15184	243162	174031	73.7	150.1	21.80°	1.000	2.3
9	S	29754	166727	255853	108.4	70.0	21.80°	1.000	3.1
10	S	29754	243015	174030	73.7	150.0	21.80°	1.000	4.6
11	S	14741	243142	174031	73.7	150.1	21.80°	1.000	2.3
12	S	14741	243142	174031	73.7	150.1	21.80°	1.000	2.3

## COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver                    S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max              Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max              Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Yc max              Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min              Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xf min              Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Yf min              Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff.              Area di conglomerato [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 D fess.              Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm  
 K3                    Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni  
 Ap.fess.              Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	7.6	35.0	115.0	-67	-68.4	6.6	0	0	0	0.000
2	S	6.5	0.0	0.0	-129	28.4	108.4	0	0	0	0.000
3	S	2.5	0.0	0.0	-50	9.5	108.4	0	0	0	0.000
4	S	2.7	0.0	0.0	-53	9.5	108.4	0	0	0	0.000
5	S	2.5	0.0	0.0	-49	9.5	108.4	0	0	0	0.000
6	S	2.9	0.0	0.0	-58	9.5	108.4	0	0	0	0.000
7	S	2.5	0.0	0.0	-50	9.5	108.4	0	0	0	0.000
8	S	2.9	0.0	0.0	-58	9.5	108.4	0	0	0	0.000
9	S	2.2	0.0	0.0	-44	9.5	108.4	0	0	0	0.000
10	S	2.9	0.0	0.0	-57	9.5	108.4	0	0	0	0.000
11	S	2.5	0.0	0.0	-50	9.5	108.4	0	0	0	0.000
12	S	2.5	0.0	0.0	-50	9.5	108.4	0	0	0	0.000

## COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb. Ver Sc max Xc max Yc max Sf min Xf min Yf min Ac eff. D fess. K3 Ap.Fess.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>94 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	94 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	94 di 101								

1	S	7.8	-35.0	115.0	-69	-68.4	6.6	0	0	0.000
2	S	3.3	0.0	0.0	-65	28.4	108.4	0	0	0.000
3	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000
4	S	1.9	0.0	0.0	-37	9.5	108.4	0	0	0.000
5	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000
6	S	1.8	0.0	0.0	-37	9.5	108.4	0	0	0.000
7	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000
8	S	1.9	0.0	0.0	-37	9.5	108.4	0	0	0.000
9	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000
10	S	1.8	0.0	0.0	-37	9.5	108.4	0	0	0.000
11	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000
12	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	7.6	-35.0	115.0	-67	-68.4	6.6	0	0	0.000	
2	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000	
3	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000	
4	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000	
5	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000	
6	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000	
7	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000	
8	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000	
9	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000	
10	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000	
11	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000	
12	S	1.7	0.0	0.0	-34	9.5	108.4	0	0	0.000	

## 9.1.2 VERIFICA A TAGLIO

Si procede alla verifica di resistenza considerando il massimo valore del taglio massimo:

$$V_{Ed} = 1,1 V_{sis} = 1,1 * 270.5 = 297.55 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{slu} = 270.5 \text{ kN}$$

Per le verifiche a taglio si è considerato, a vantaggio di sicurezza, la sola parte di sezione rettangolare di dimensione 70 x 65 cm<sup>2</sup>.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>95 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	95 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	95 di 101								

### Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

[4.1.2.1.3.2]

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3 N/mm<sup>2</sup></b>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45 °</b> 0.79 rad
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	<b>804.25 mm<sup>2</sup></b>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		$s$	<b>200 mm</b>
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	7.06 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	835.53 kN
		$V_{Rcd}$	1311.17 kN
		$V_{Rd}$	835.53 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

La verifica risulta soddisfatta con staffe  $\Phi 16 / 20$  cm a 4 braccia.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>96 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	96 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	96 di 101								

## 9.2 CORDOLI DI COLLEGAMENTO

Si riportano di seguito le verifiche strutturali dei cordoli di collegamento delle travi di fondazione perimetrali aventi sezione rettangolare 30 x 50 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

Nel rispetto del punto 7.2.5.1 delle NTC 2008 si procede ora al calcolo delle sollecitazioni agenti sugli elementi di collegamento tra le fondazioni costituiti da cordoli in C.A. aventi sezione 50.0x30.0 cm, ed alla loro verifica.

Secondo le istruzioni fornite dalla normativa In assenza di valutazioni più accurate, si possono conservativamente assumere le seguenti azioni assiali:

$\pm 0.3 N_{sd} a_{max}/g$  per il profilo stratigrafico di tipo B

$\pm 0.4 N_{sd} a_{max}/g$  per il profilo stratigrafico di tipo C

**$\pm 0.6 N_{sd} a_{max}/g$  per il profilo stratigrafico di tipo D**

Dove:

$N_{sd}$  = valore medio delle forze verticali agenti sugli elementi collegati,

$a_{max} = a_g \times S = a_g \times S_T \times S_S = 0,359 \times 1 \times 1.074 = \mathbf{0.385 g}$

Si fa riferimento al profilo stratigrafico di **tipo D** e si assume come valore  $N_{sd}$  delle il valore massimo degli sforzi assiali P sotto i pilastri per la combinazione SLV2:

$N_{sd} = P = -270.5 \text{ kN}$

$F = \pm 0.4 N_{sd} a_{max}/g = \pm 0,6 \times 270.5 \times 0,385 = \pm \mathbf{62.49 \text{ kN} = F}$

**$F = \pm 62.49 \text{ kN} < N_{Rd}(+) = n_b \times A_s \times f_{yk} / \gamma_M = 6 \times 113,04 \times 450/1,15 = +265,398 \text{ kN}$**

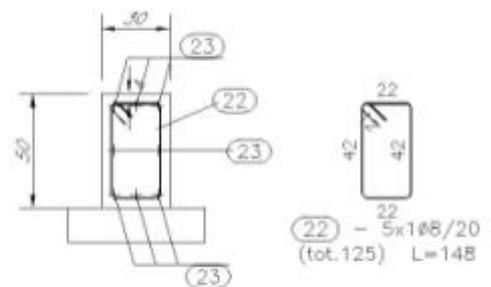
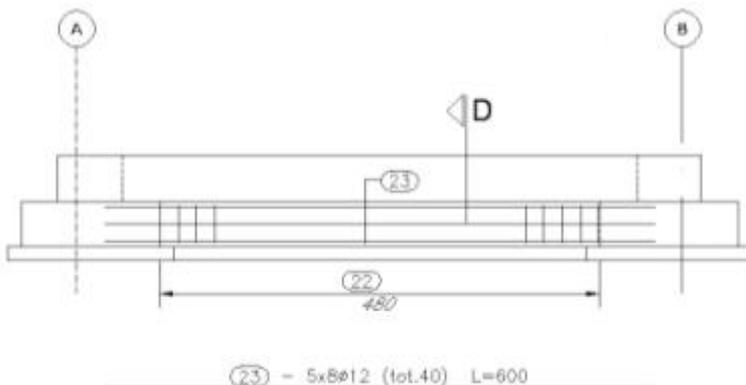
Dove:

$n_b$  = Numero di barre = 6

$A_s$  = Area della singola barra d'armatura = 113,04 mm<sup>2</sup> (3Ø12+3 Ø12)

$f_{yk}$  = Tensione di snervamento dell'acciaio B450C = 450 N/mm<sup>2</sup>

$\gamma_M$  = Coefficiente di sicurezza del materiale = 1,15



**SEZIONE D-D**

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>97 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	97 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	97 di 101								

### 9.3 VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE

Si riportano qui di seguito si riportano le reazioni delle molle alla Winkler ottenute dal modello di calcolo, nelle combinazioni SLV, SLU e SLD (per le verifiche a breve termine) in quanto trattandosi di terreno incoerente la verifica di capacità portante sarà condotta solo in termini di tensioni efficaci, falda a piano campagna e angolo d'attrito interno pari a 30° in favore di sicurezza.

Si utilizza l'approccio 2 (A1+M1+R3)

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Il carico massimo si ottiene dalla massimo sforzo assiale calcolato alla base dei pilastri, riportato al capitolo 8.5 ed è pari a 438.4 kN ottenuto in combinazione sismica.

Il valore ottenuto va amplificato per 1.1 e diviso per l'interasse tra i pilastri, pari a 4.8 m.

Di seguito le verifiche condotte.

#### 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 ( $e_L = Ml/N$ ) (per fondazione nastriforme  $e_L = 0$ ;  $L^* = L$ )

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

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

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

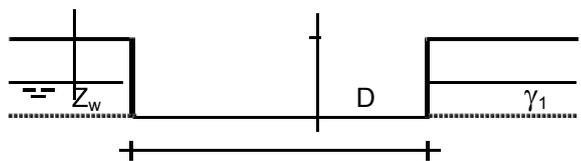
Metodo di calcolo		coefficienti parziali					
		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanententi	temporaneee variabili	$\tan \varphi'$	$c'$	$q_{lim}$	scor r
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA03 – PC – Relazione di calcolo

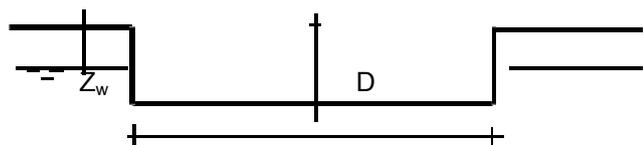
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	98 di 101

SISMA		1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili		1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista	X	1.00	1.00	1.25	1.25	2.30	1.00

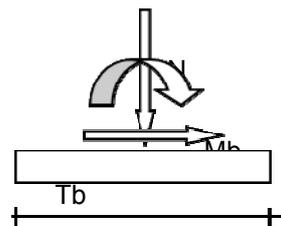


B

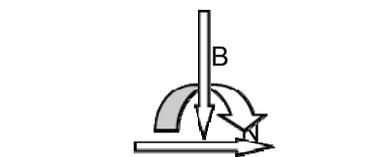
$\gamma, c', \phi'$



L



Tb



MI

TI

L

(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 1.50 (m)  
L = 1.00 (m)  
D = 1.45 (m)



$\beta_f$

$\beta_f = 0.00$  (°)



$\beta_p$

$\beta_p = 0.00$  (°)

**AZIONI**

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	100.47	0.00	100.47
Mb [kNm]	0.00	0.00	0.00
MI [kNm]	0.00	0.00	0.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>99 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	99 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	99 di 101								

*Peso unità di volume del terreno*

$$\gamma_1 = 17.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 17.00 \quad (\text{kN/mc})$$

*Valori caratteristici di resistenza del terreno*

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 30.00 \quad (^\circ)$$

*Valori di progetto*

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 24.79 \quad (^\circ)$$

*Profondità della falda*

$$Z_w = 4.00 \quad (\text{m})$$

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

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

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

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

**q : sovraccarico alla profondità D**

$$q = 24.65 \quad (\text{kN/mq})$$

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$$\gamma = 17.00 \quad (\text{kN/mc})$$

**$N_c, N_q, N_\gamma$  : coefficienti di capacità portante**

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \varphi')}$$

$$N_q = 10.43$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 20.42$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 10.56$$

**$s_c, s_q, s_\gamma$  : fattori di forma**

$$s_c = 1 + B^* N_q / (L^* N_c)$$

$$s_c = 1.34$$

$$s_q = 1 + B^* \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1.31$$

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>100 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	100 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	100 di 101								

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0.73$$

$i_c, i_q, i_\gamma$  : **fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.60 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.40 \quad m = 1.60 \quad (-)$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e  $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$  in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

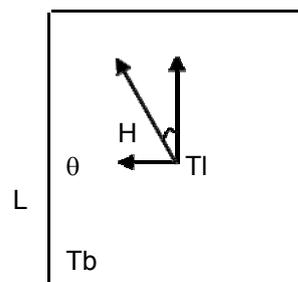
$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$



B

$d_c, d_q, d_\gamma$  : **fattori di profondità del piano di appoggio**

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

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

$$d_q = 1.30$$

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

$$d_c = 1.33$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

$b_c, b_q, b_\gamma$  : **fattori di inclinazione base della fondazione**

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

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA03 – PC – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0320 001</td> <td>B</td> <td>101 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	101 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0320 001	B	101 di 101								

$$b_q = 1.00$$

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

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

**g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione piano di campagna**

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

$$g_q = 1.00$$

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

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = 503.41 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

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

$$q = 66.98 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Verifica di sicurezza capacità portante**

$$q_{lim} / \gamma_R = 218.87 \geq q = 66.98 \quad (\text{kN/m}^2)$$