

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  
FA07 – PGEP – Imbocco Nord – 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
7
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.07.2.0.001.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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>2 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	2 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	2 di 130								

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>7</b>
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI.....	7
3.2	DOCUMENTI CORRELATI.....	7
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>8</b>
4.1	CEMENTO ARMATO .....	8
4.1.1	CALCESTRUZZO .....	8
4.1.2	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA .....	9
4.1.3	COPRIFERRO .....	10
<b>5</b>	<b>TERRENO DI FONDAZIONE.....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>12</b>
6.1	PESO PROPRIO STRUTTURE .....	12
6.1.1	SOLAIO DI COPERTURA .....	12
6.1.2	STRUTTURA PRINCIPALE IN C.A. ....	12
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	13
6.3	SOVRACCARICHI VARIABILI .....	13
6.4	AZIONE DELLA NEVE .....	14
6.5	AZIONE DEL VENTO.....	14
6.6	VARIAZIONI TERMICHE .....	17
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>23</b>
7.1	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO.....	23
7.1.1	LOCALI TECNICI.....	23
7.1.2	STAZIONE DI POMPAGGIO.....	29

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>3 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	3 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	3 di 130								

7.2	COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....	32
<b>8</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI LOCALI TECNICI.....</b>	<b>36</b>
8.1	SOLAIO DI COPERTURA.....	36
8.2	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI .....	41
8.3	TRAVI DI BORDO 30X40.....	42
8.3.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	44
8.3.2	VERIFICA A TAGLIO.....	49
8.3.3	VERIFICA A TORSIONE.....	51
8.3.4	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA .....	53
8.4	TRAVE PRINCIPALE INTERNA (40X40).....	56
8.4.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	57
8.4.2	VERIFICA A TAGLIO.....	62
8.4.3	VERIFICA A TORSIONE: .....	64
	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	65
8.5	PILASTRI (30X40).....	68
8.5.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	70
8.5.2	VERIFICA A TAGLIO.....	82
8.5.3	VERIFICA A TORSIONE.....	85
8.5.4	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA .....	86
8.6	VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO) .....	89
<b>9</b>	<b>FONDAZIONI LOCALI TECNICI.....</b>	<b>90</b>
9.1	TRAVI DI FONDAZIONE.....	90
9.1.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	92
9.1.2	VERIFICA A TAGLIO.....	98
9.2	CORDOLI DI COLLEGAMENTO.....	100
9.3	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE.....	101
<b>10</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI STAZIONE DI POMPAGGIO .....</b>	<b>105</b>
10.1	SOLAIO DI COPERTURA.....	106
10.2	PARETI LATERALI SPESSORE 40 CM .....	112
10.2.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	112
10.2.2	VERIFICA A TAGLIO.....	116

   	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>4 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	4 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	4 di 130								

<b>10.3</b>	<b>SOLETTA SUPERIORE SPESSORE 35 CM .....</b>	<b>118</b>
10.3.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	118
10.3.2	VERIFICA A TAGLIO.....	122
<b>10.4</b>	<b>SOLETTA INFERIORE SPESSORE 50 CM.....</b>	<b>123</b>
10.4.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	124
10.4.2	VERIFICA A TAGLIO.....	128
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>130</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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>5 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	5 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	5 di 130								

## 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 del fabbricato tecnologico FA07-1.

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

- Locale bassa tensione;
- Locale media tensione;
- Locale gruppo elettrogeno;
- Locale Gestione Emergenze.

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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>6 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	6 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	6 di 130								

Il fabbricato è costituito da due strutture giuntate una adibita ai locali tecnici che si sviluppa su un unico livello e l'altra adibita a stazione di pompaggio che prevede anche un piano interrato per la realizzazione della vasca.

- Locali tecnici:

In pianta del fabbricato ha forma rettangolare avente le seguenti dimensioni 7.00 m x 26.7 m.

Il sistema strutturale è caratterizzato da un telaio spaziale monolivello avente copertura piana costituito da una campata in direzione trasversale di luce 6.30 m circa mentre, parallelamente al lato lungo, è suddiviso in 6 campate di cui 3 di luce pari a 4.20 m (le prime tre), 1 di luce 5.70m e le ultime due di luce 4.20 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 20 cm e comprende 4 cm di prédalles, 12 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 poggiato direttamente sui telai trasversali disposti come descritto in precedenza.

I pilastri hanno dimensione in pianta di 40x30 cm, le travi perimetrali (longitudinali e trasversali) hanno dimensioni 30x40 cm, le travi trasversali interne hanno sezione 40x40.

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.

- Stazione di pompaggio

La struttura della stazione di pompaggio è separata dalla struttura dei locali tecnici da un giunto di dimensioni 10 cm.

In pianta la stazione di pompaggio ha forma rettangolare 6.20x9.30 m, in elevazione c'è un piano fuori terra costituito da un telaio di 40 colonne allineate lungo la direzione longitudinale dell'edificio tecnico, per cui il lato corto del telaio ha luce 3.0 m e quello lungo ha dimensione 6.3 m.

Il solaio di copertura è di 20 cm e comprende 4 cm di prédalles, 12 cm di nervature e 4 cm di caldana superiore, è ordito in direzione longitudinale e comprende un tratto a sbalzo verso i locali tecnici per una luce di 1.0 m.

Il piano interrato che ospita la vasca è costituito da setti in cemento armato (sp. 40 cm) che poggiano su un solettone di fondo dello spessore di 50 cm.

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>7 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	7 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	7 di 130								

## 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]	FA07 - Pianta scavi e sezioni trasversali	IF1N	01	E	ZZ	PA	FA	0	7	00	001
Rif. [11]	FA07 - Planimetria piazzale con sistemazioni idrauliche	IF1N	01	E	ZZ	PA	FA	0	7	00	002
Rif. [12]	FA07 - PGEP - Imbocco Nord - piante	IF1N	01	E	ZZ	PB	FA	0	7	10	001
Rif. [13]	FA07 - PGEP - Imbocco Nord – prospetti e sezioni	IF1N	01	E	ZZ	WB	FA	0	7	10	001
Rif. [14]	FA07 - PGEP - Imbocco Nord - Piante di carpenteria	IF1N	01	E	ZZ	BB	FA	0	7	20	001
Rif. [15]	FA07 - PGEP - Imbocco Nord - Sezioni di carpenteria	IF1N	01	E	ZZ	BB	FA	0	7	20	002

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>8 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	8 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	8 di 130								

## 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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>9 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	9 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	9 di 130								

$\gamma_c = 1.5$ ; 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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>10 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	10 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	10 di 130								

$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk}$  = 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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>11 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	11 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	11 di 130								

## 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 l'opera prossima al fabbricato FA05-1

**Trincea/Rilevato - da 6+970.000 a 7+377.074**

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: PNIF51G07 e P9

Strato	Profondità Da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	N <sub>SPT</sub> (colpi/30cm)
1	0.0	8.0 ÷ 13.0	Coltre E/C -Limi argillosi	8 - 14
2	8.0 ÷ 13.0	15.0 ÷ 20.0	Tufo grigio alterato	70 - 100
3	15.0 ÷ 20.0	23.0 ÷ 28.0	Sabbie limose	20 - 30
4	23.0 ÷ 28.0	40.0	Argille Varicolori	20 - 60
<b>Profondità della falda: 20 ÷ 25 m da p.c.</b>				

Parametri	Strato 1	Strato 2	Strato 3	Strato 4
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	15.0 ÷ 18.0	16.0 – 17.0	15.0 – 16.0	18.0 – 19.0
GSI	-	-	-	-
$\sigma_c$ (MPa)	-	-	-	-
$\sigma_t$ (MPa)	-	-	-	-
$m_i$ (-)	-	-	-	-
$\phi'$ (°)	26	33 - 34	26	28
$c'$ (kPa)	0	0	0	30
$c_u$ (kPa)	30 – 60 <sup>(*)</sup>	-	-	150 – 500 <sup>(*)</sup>
$V_s$ (m/s)	100 - 160 <sup>(*)</sup>	200 – 300 <sup>(*)</sup>	200 <sup>(*)</sup>	250 - 350 <sup>(*)</sup>
$G_0$ (MPa)	20 - 50 <sup>(*)</sup>	80 – 160 <sup>(*)</sup>	100 <sup>(*)</sup>	120 – 230 <sup>(*)</sup>
$E_{op}$ (MPa)	8 - 20 <sup>(*)</sup>	30 – 70 <sup>(*)</sup>	40 <sup>(*)</sup>	50 -100 <sup>(*)</sup>
$\nu'$ (-)	0.25	0.25	0.25	0.25
$k$ (m/s)	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-7}$

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>12 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	12 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	12 di 130								

## 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 SOLAIO DI COPERTURA

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

Solaio in lastre Predalles (H =4+12+4=22cm) lastra larga 1,20 m.

Predalles (s = 4cm) 25x0,04x1,20=1,2 kN;

Nervatura centrale (h=12 cm, s=14 cm) 25x0,12x0,14= 0,42 kN;

Nervature laterali (h=12 cm, s=13 cm) 2x25x0,12x0,13= 0,78 kN;

Soletta superiore (s=4 cm) 25x0,04x1,20= 1,2 kN;

Alleggerimento in polistirene espanso (h=12 cm, s=40 cm) 2x0,15x0,4x0,12=0,0144 kN.

Peso totale di una lastra larga 1,20 m:  $G=1,2+0,42+0,78+1,2+0,014 = 3,61$  kN

Peso totale a metro quadrato =  $3,61/1,20 = 3,00$  kN/m<sup>2</sup>

#### 6.1.2 STRUTTURA PRINCIPALE IN C.A.

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

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>13 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	13 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	13 di 130								

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

## 6.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

- Tamponamenti esterni

Il rivestimento esterno è ottenuto mediante pannelli di tamponamento prefabbricati in calcestruzzo di spessore pari a 22 cm (pannello a taglio termico) il cui peso è pari a **3,60 kN/m<sup>2</sup>**.

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

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

- Carichi permanenti non strutturali agenti in copertura

Incidenza zone piene solaio	0,20	kN/m <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	0,10	kN/m <sup>2</sup>
Malta di allettamento (2 cm)	0,40	kN/m <sup>2</sup>
Pavimento	0,50	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>2.60</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

Nel modello di calcolo della stazione di pompaggio si è tenuto conto sulla soletta di copertura della vasca di un carico permanente pari a 5.0 kN/m<sup>2</sup>.

Il terreno spingente lateralmente sulla parete, è costituito da terreno di riporto avente le seguenti caratteristiche:

TERRENO DI RIPORTO:

angolo di attrito	$\varphi=32^\circ$ ;
coesione	$c'=0\text{kPa}$ ;
peso di volume	$v =18 \text{ kN/m}^3$ ;

La spinta del terreno viene valutata in condizioni litostatiche e applicata al modello di calcolo come carico triangolare con valore massimo lungo la linea d'asse della soletta inferiore e vertice in corrispondenza del p.c. (la coesione è nulla).

## 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.

Nel modello di calcolo della stazione di pompaggio si è tenuto conto sulla soletta di copertura della vasca di un sovraccarico accidentale pari a 5.0 kN/m<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>14 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	14 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	14 di 130								

Il sovraccarico accidentale agente al piano campagna, produce sulle pareti di fondazione della stazione di pompaggio una pressione costante pari a  $k_0 \cdot q = 0.47 \cdot 5 = 2.35 \text{ kN/m}^2$ .

## 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:

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

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

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

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

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

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

## 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:

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>15 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	15 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	15 di 130								

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

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 ( $N/m^2$ ) è data dall'espressione:

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

dove:

- $v_b$  - Velocità di riferimento del vento;
- $\rho$  - 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:

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di calcolo

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

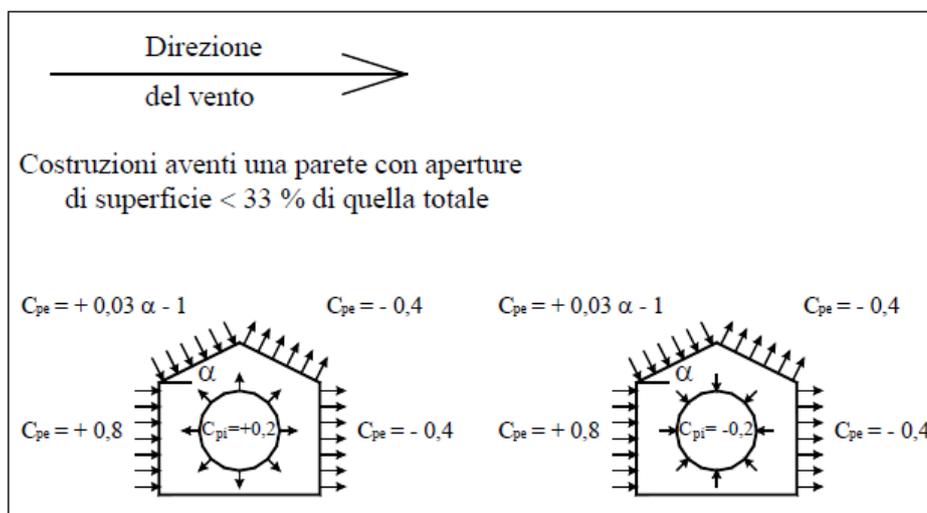
01 E ZZ

CL

FA0720 001

B

16 di 130



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>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	

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>17 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	17 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	17 di 130								

$c_{p3}$ (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	$\pm 15\text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10\text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25\text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio protette	$\pm 15\text{ }^\circ\text{C}$

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:

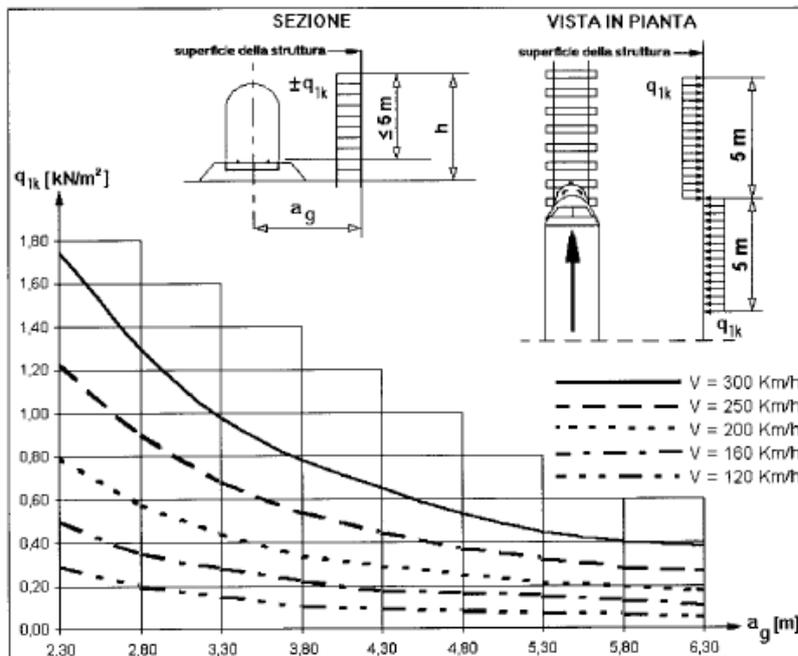
- Superfici verticali parallele al binario (5.2.2.7.1 – NTC2008):  
il valore caratteristico dell'azione  $\pm q_{1k}$  agente ortogonalmente alla superficie verticale di facciata del fabbricato viene valutato in funzione della distanza  $a_g$  dall'asse del binario più vicino. Supponendo che la distanza 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):

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

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	18 di 130



Si considerano pertanto le condizioni di carico elementari:

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

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

## 6.8 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).

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>19 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	19 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	19 di 130								

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:

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

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

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

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

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 sovrarresistenza, 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:

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>20 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	20 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	20 di 130								

$$q = q_0 \cdot K_R$$

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<sup>B</sup>).

Pertanto, in base alla tabella 7.4.1 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  $q = 3,3$ .

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.

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>21 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	21 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	21 di 130								

### 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

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

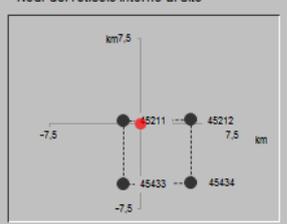
Interpolazione corretta



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".

Nodi del reticolo intorno al sito



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.I – 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 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.

  	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>22 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	22 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	22 di 130								

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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>23 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	23 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	23 di 130								

## 7 MODELLO STRUTTURALE E COMBINAZIONI DI CARICO

### 7.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO

#### 7.1.1 LOCALI TECNICI

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:

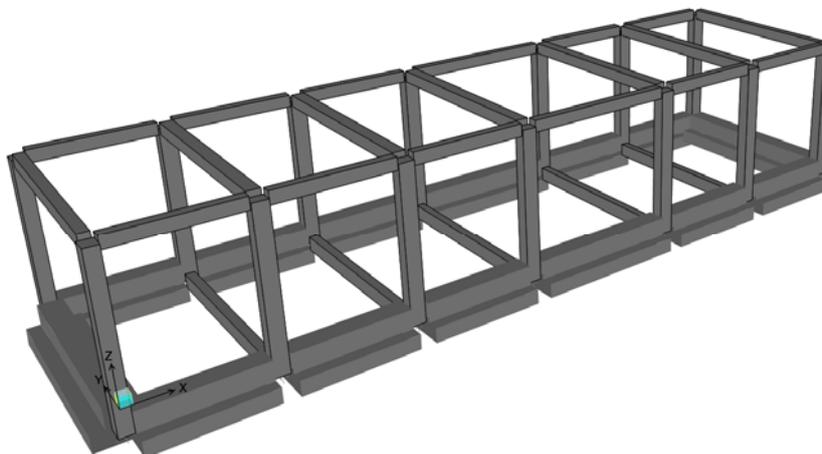


Figura 7-1 Modello di calcolo – Vista estrusa del modello.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	24 di 130

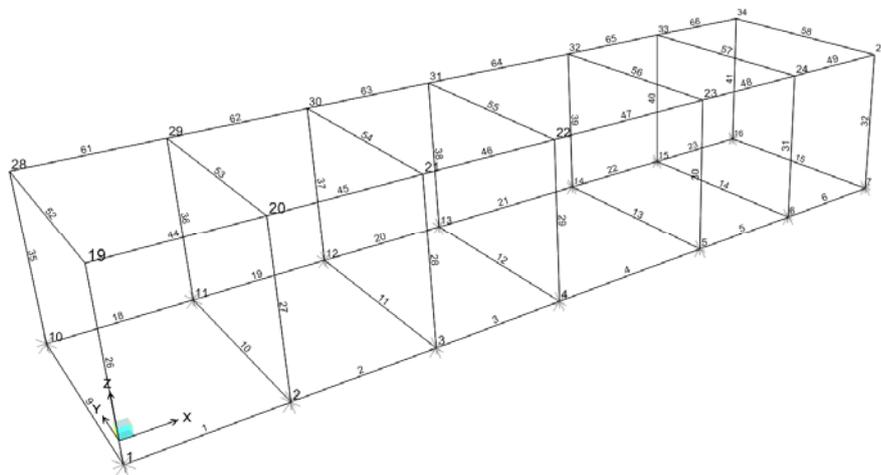


Figura 7-2 Modello di calcolo – numerazione frames e nodi.

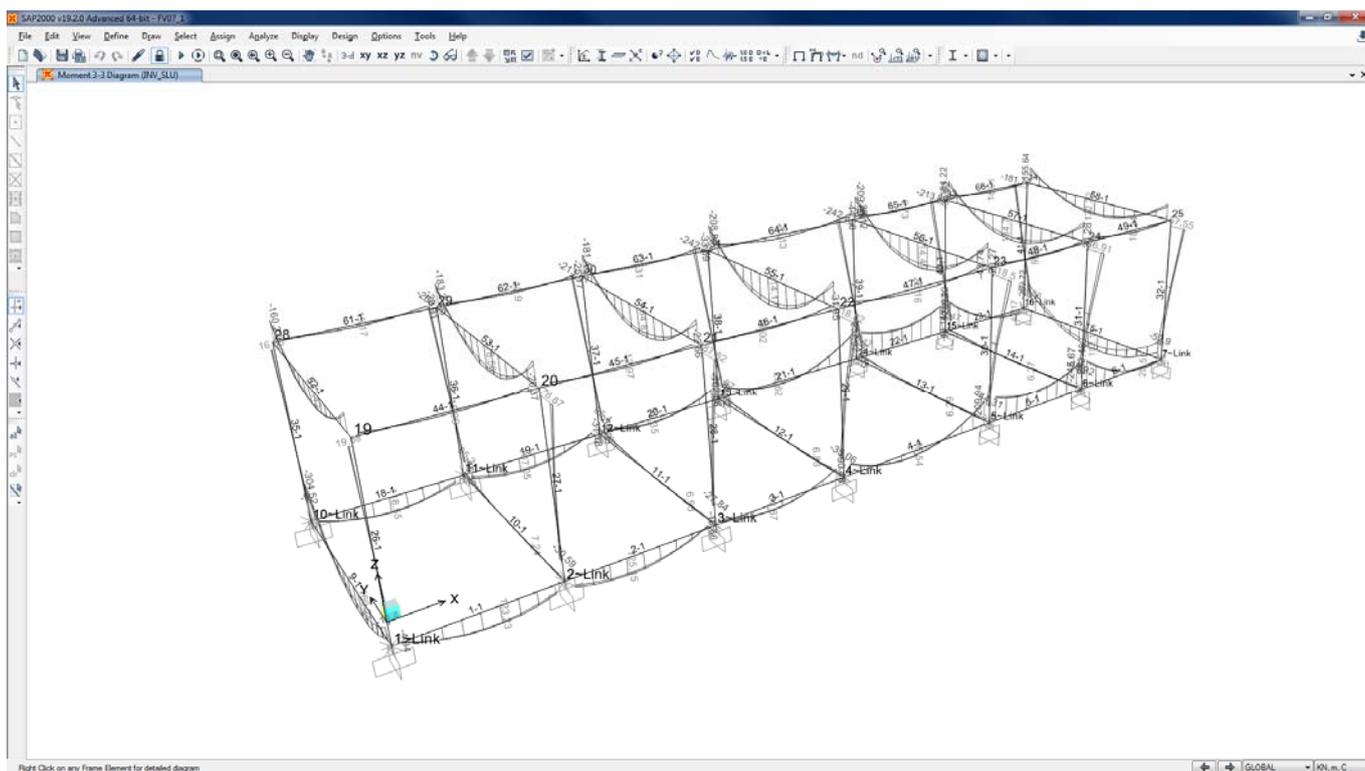


Figura 7-3 Modello di calcolo – Diagramma M33 – Combinazione “COMB\_INV\_SLU”.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	25 di 130

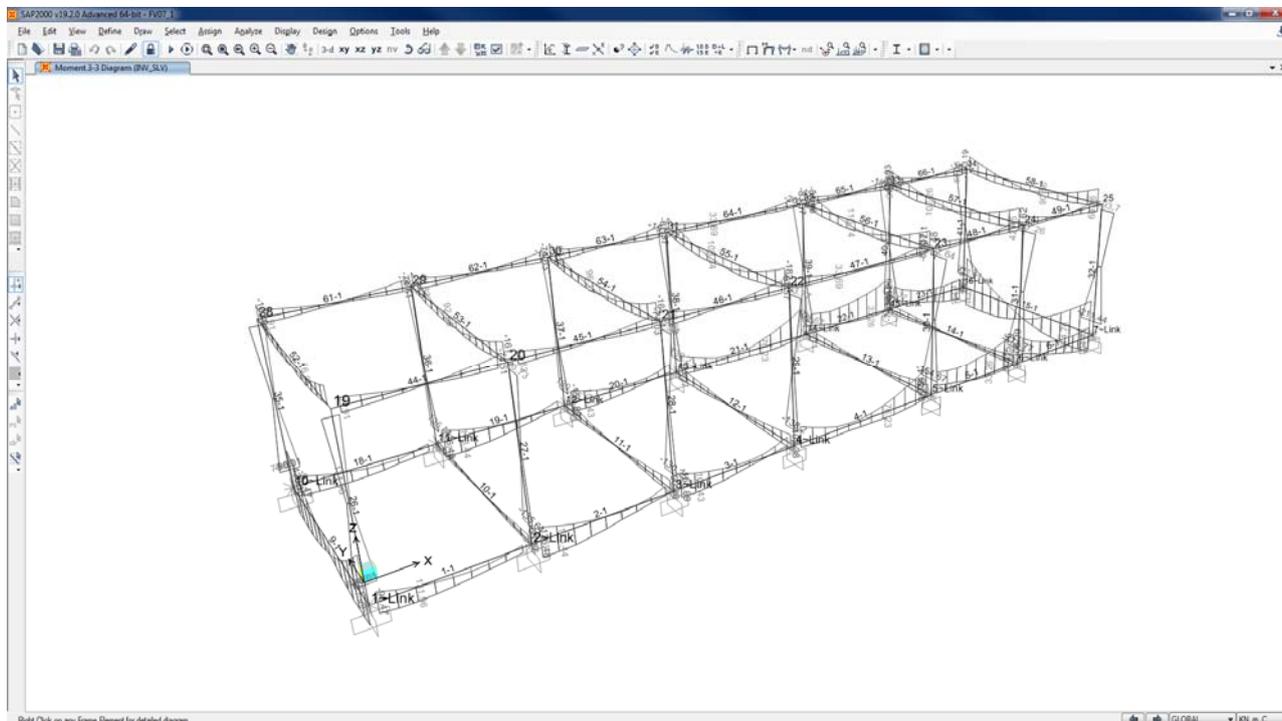


Figura 7-4 Modello di calcolo – Diagramma M33 – Combinazione “COMB\_INV\_SLV”.

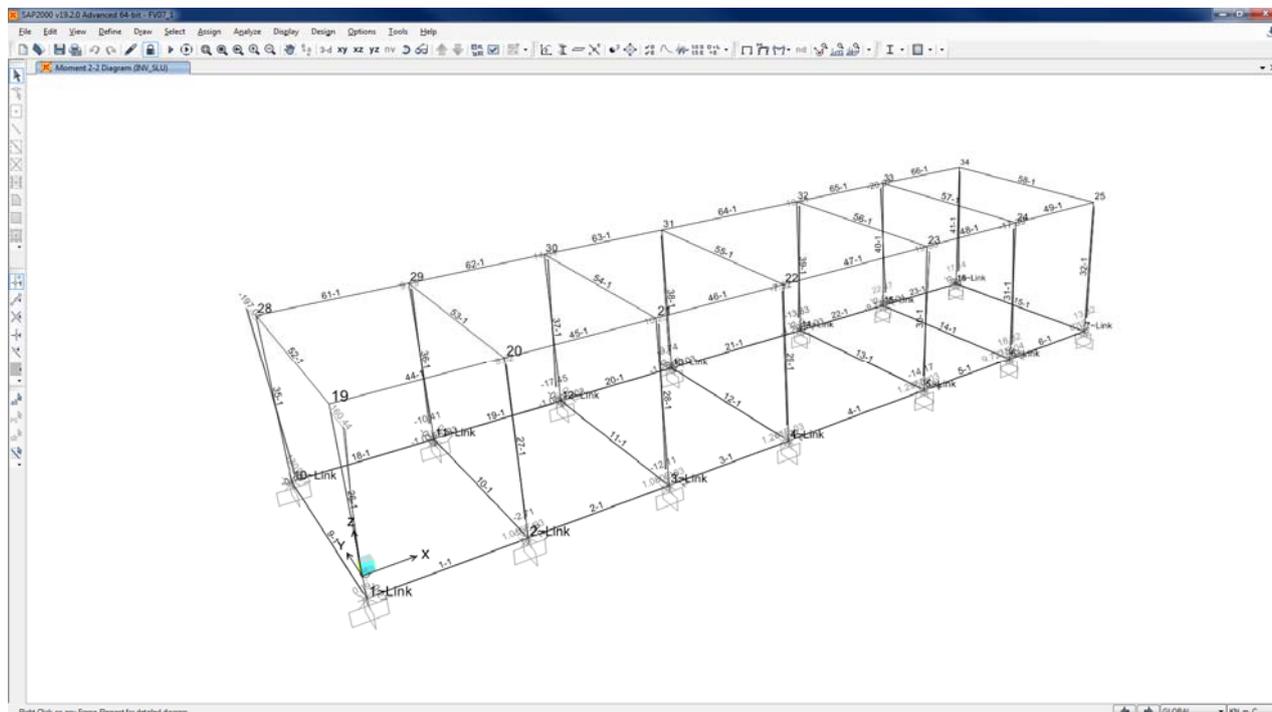


Figura 7-5 Modello di calcolo – Diagramma M22 – Combinazione “COMB\_INV\_SLU”.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	26 di 130

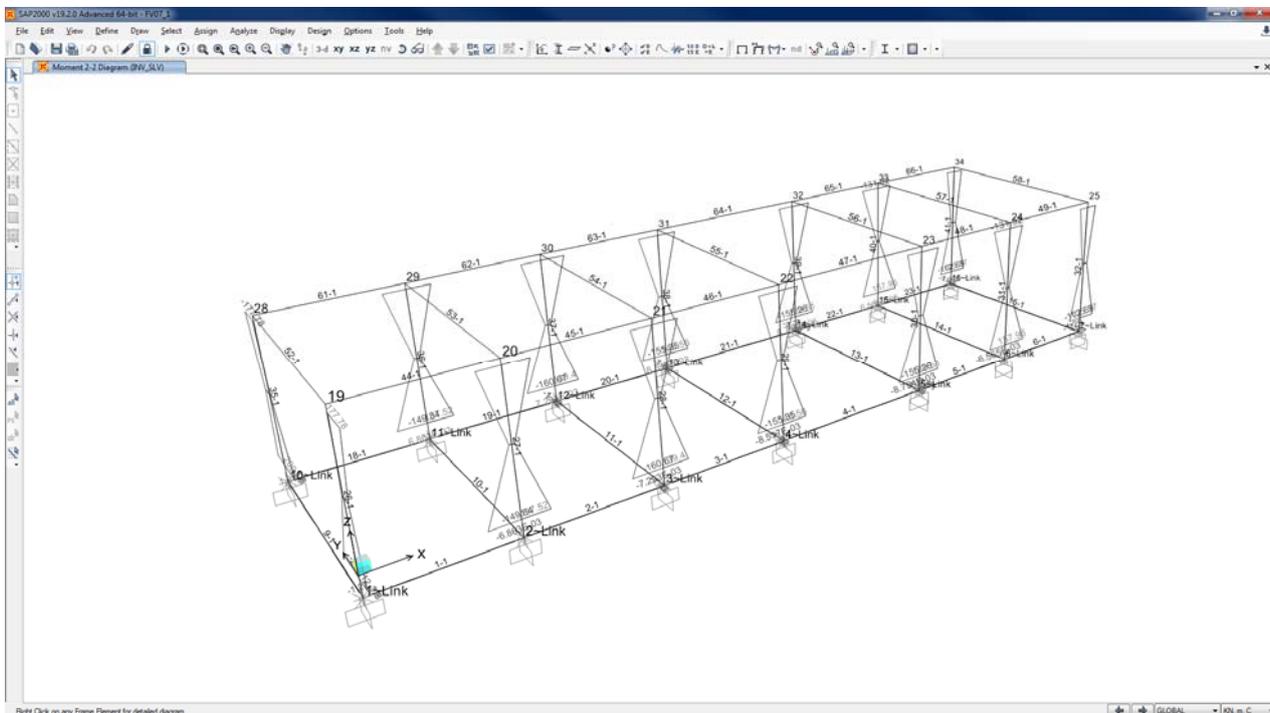


Figura 7-6 Modello di calcolo – Diagramma M22 – Combinazione “COMB\_INV\_SLV”.

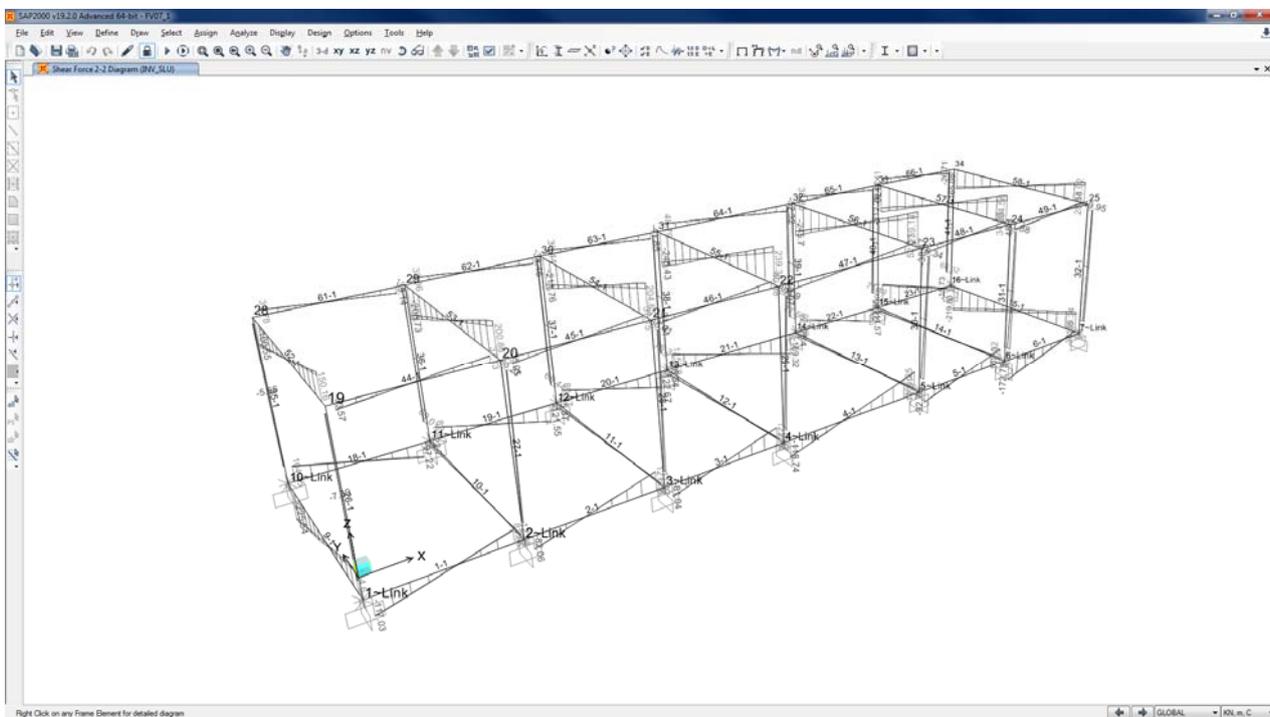


Figura 7-7 Modello di calcolo – Diagramma V22 – Combinazione “COMB\_INV\_SLU”.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	27 di 130

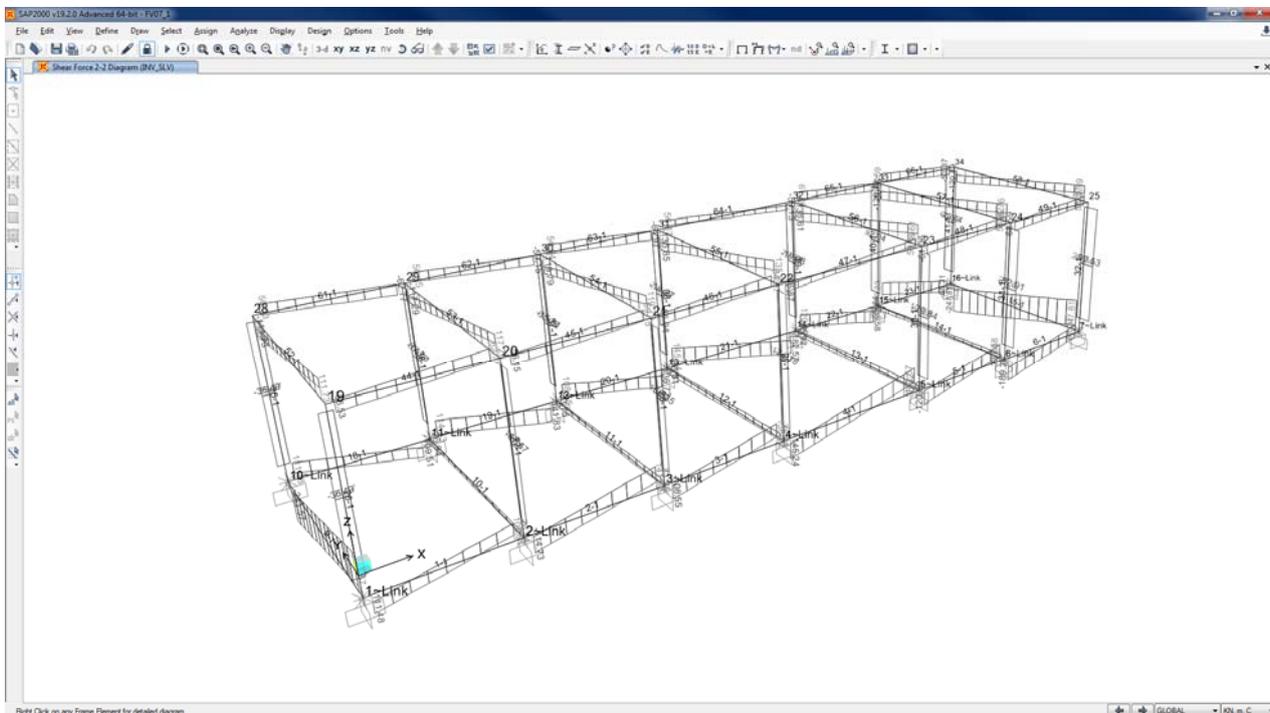


Figura 7-8 Modello di calcolo – Diagramma V22 – Combinazione “COMB\_INV\_SLV”.

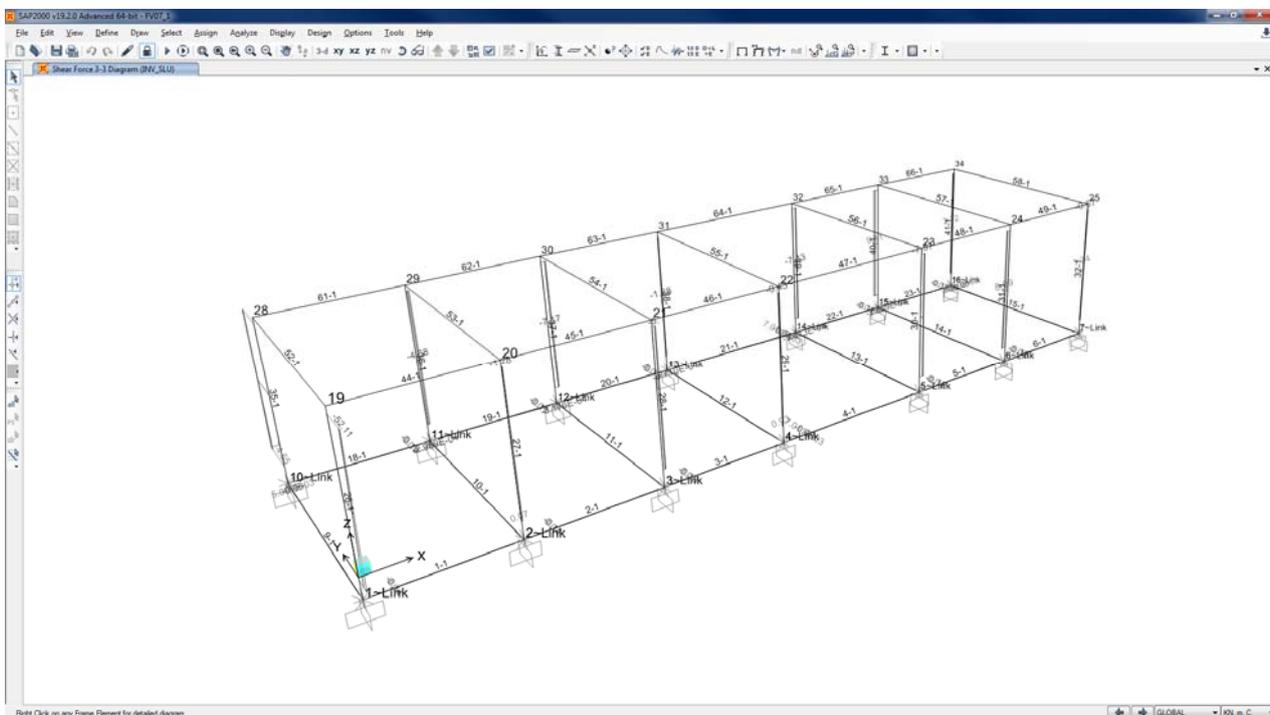


Figura 7-9 Modello di calcolo – Diagramma V33 – Combinazione “COMB\_INV\_SLU”.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	28 di 130

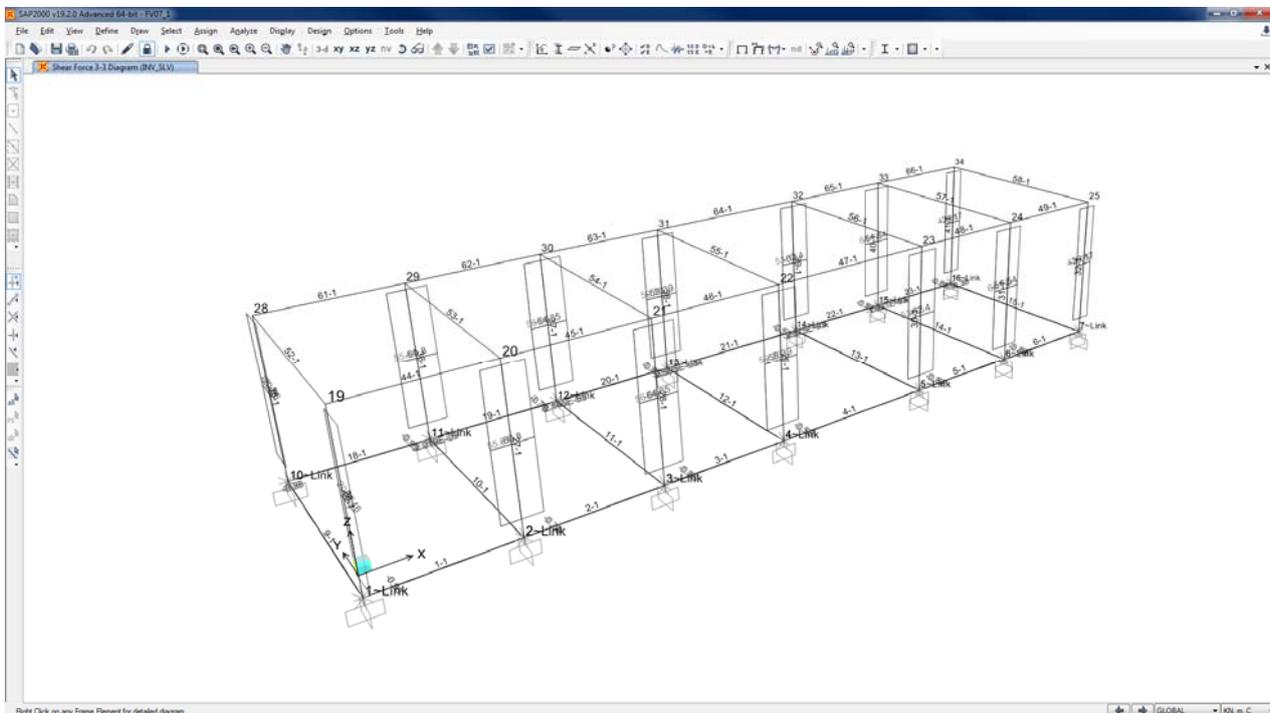


Figura 7-10 Modello di calcolo – Diagramma V33 – Combinazione “COMB\_INV\_SLV”.

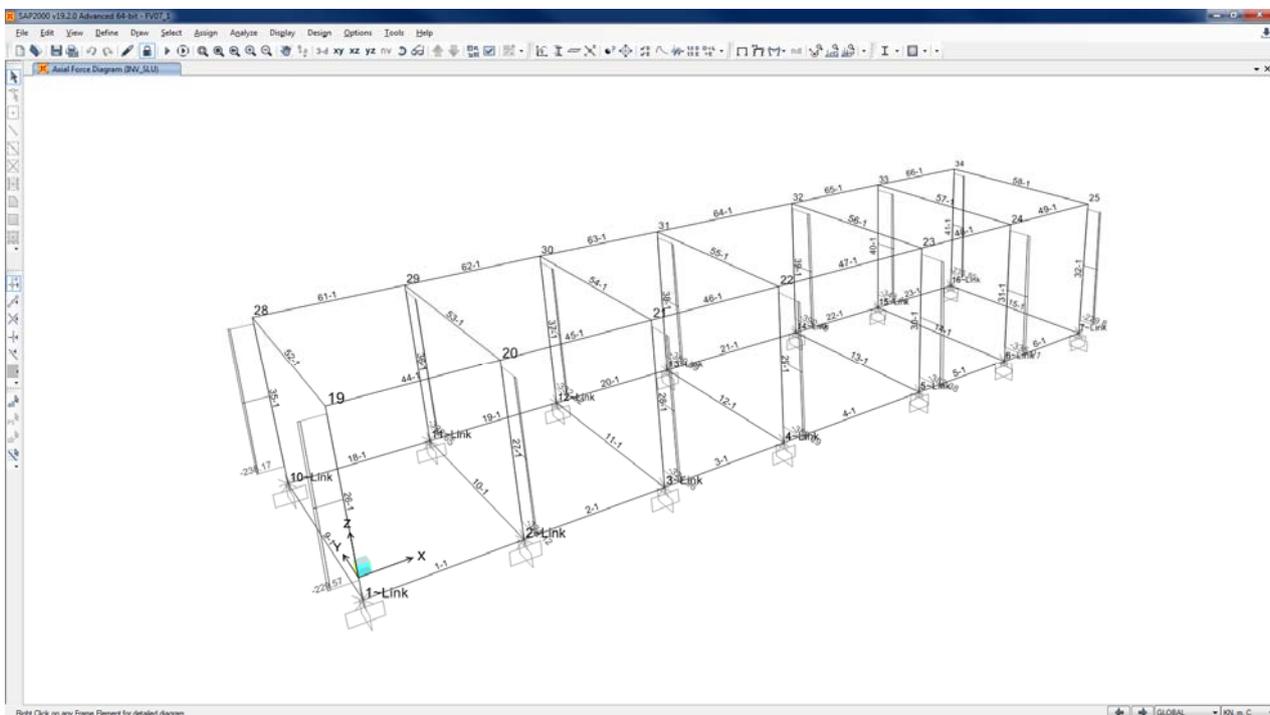


Figura 7-11 Modello di calcolo – Diagramma N – Combinazione “COMB\_INV\_SLU”.

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>29 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	29 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	29 di 130								

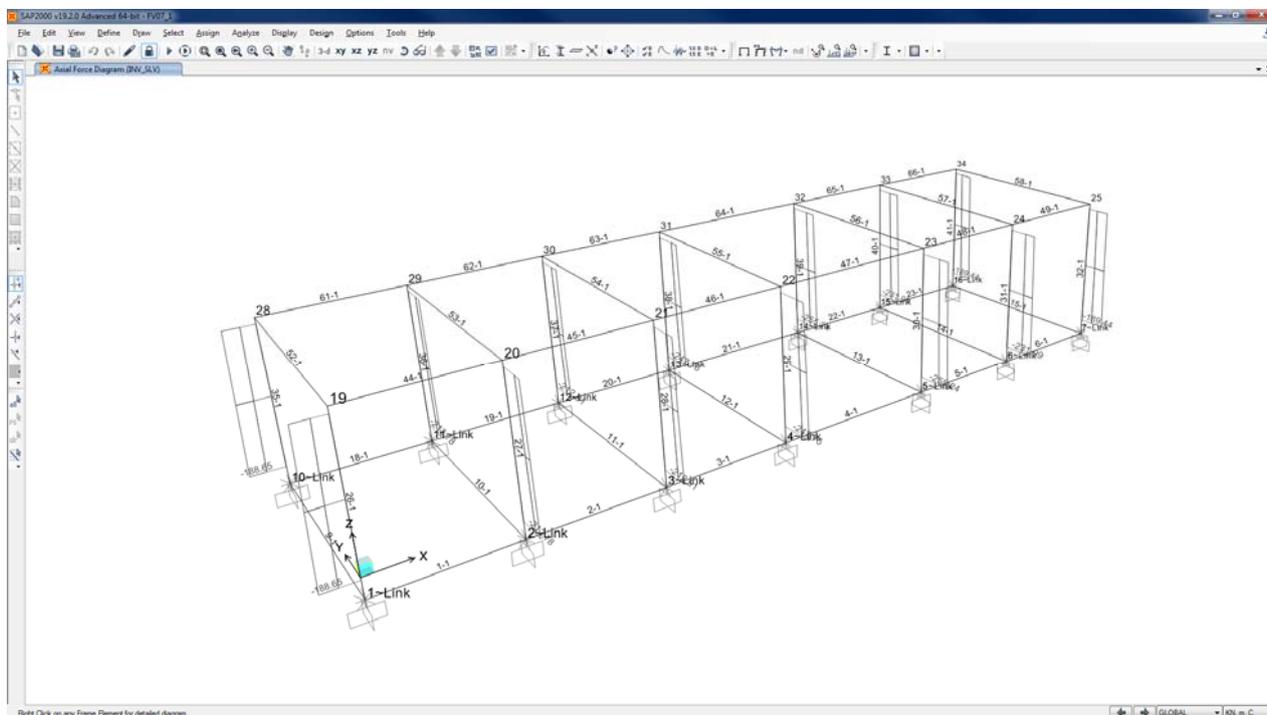


Figura 7-12 Modello di calcolo – Diagramma N – Combinazione “COMB\_INV\_SLV”.

## 7.1.2 STAZIONE DI POMPAGGIO

Il sistema costruttivo che caratterizza la stazione in c.a. è costituito, in elevazione, da un telaio spaziale realizzato mediante la rigida connessione di travi e pilastri, e nel livello interrato, da pareti e solette contro terra in cemento armato..

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 sono stati schematizzati mediante elementi monodimensionali tipo *frame*, mentre gli elementi contro terra con elementi tipo *shell*. Essi presentano caratteristiche geometriche e meccaniche in accordo con le proprietà reali dei materiali e delle sezioni che li rappresentano. Ciascuna asta e ciascun piano 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  $K = 15000 \text{ kN/m}^3$ .

La spinta del terreno agente nelle pareti laterali è tenuta in conto con pressioni ortogonali alle shell.

L’analisi degli effetti dovuti all’azione sismica è tenuta in conto nel modello dei locali tecnici essendo i pilastri e le travi armati allo stesso modo.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo:

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI  
FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	30 di 130

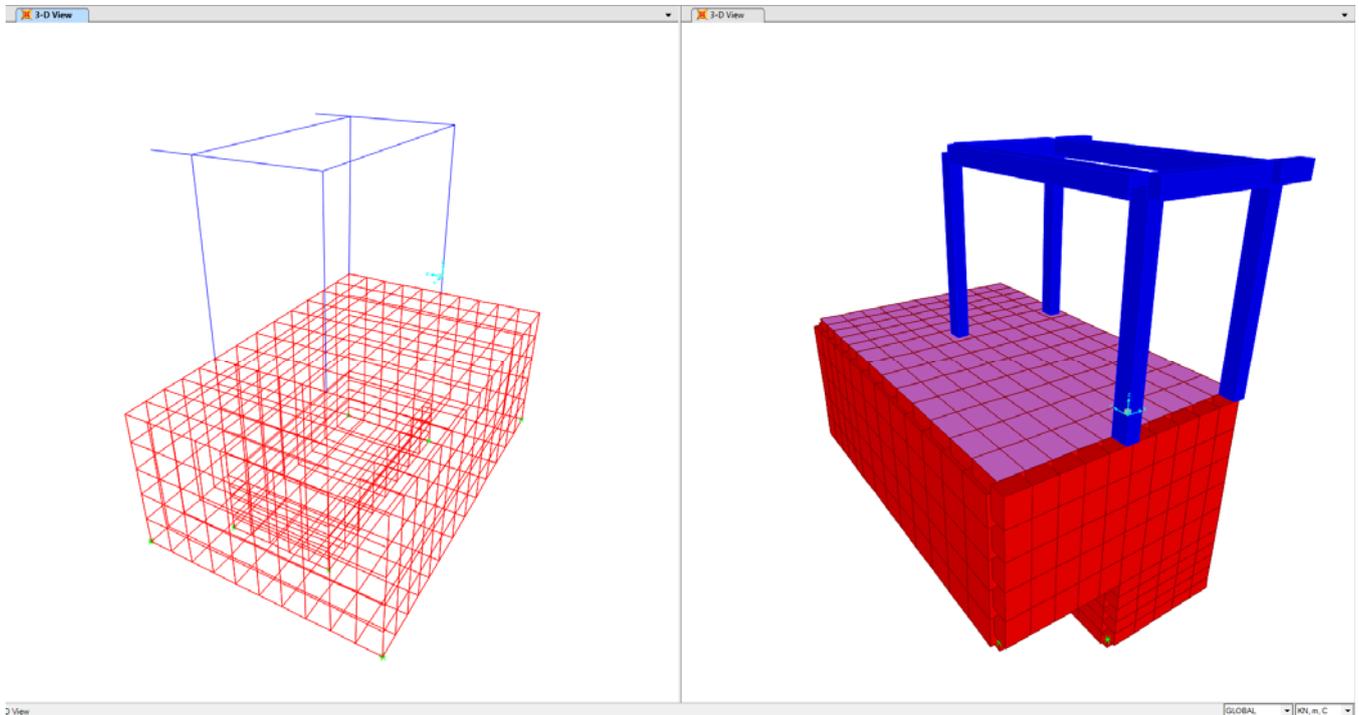


Figura 7-13 Modello di calcolo stazione di pompaggio – Vista fil di ferro ed estrusa del modello.

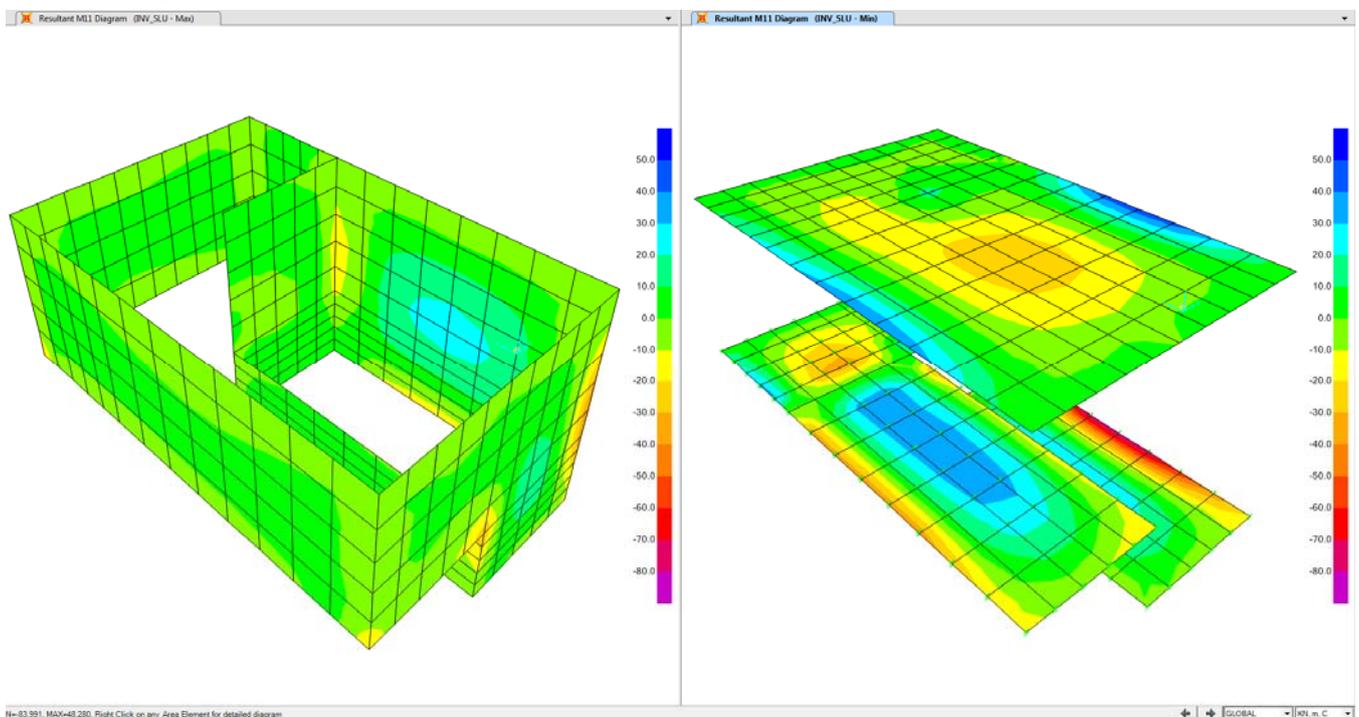


Figura 7-14 Modello di calcolo – Diagramma M11 – Combinazione “COMB\_INV\_SLU”.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di calcolo

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

01 E ZZ

CL

FA0720 001

B

31 di 130

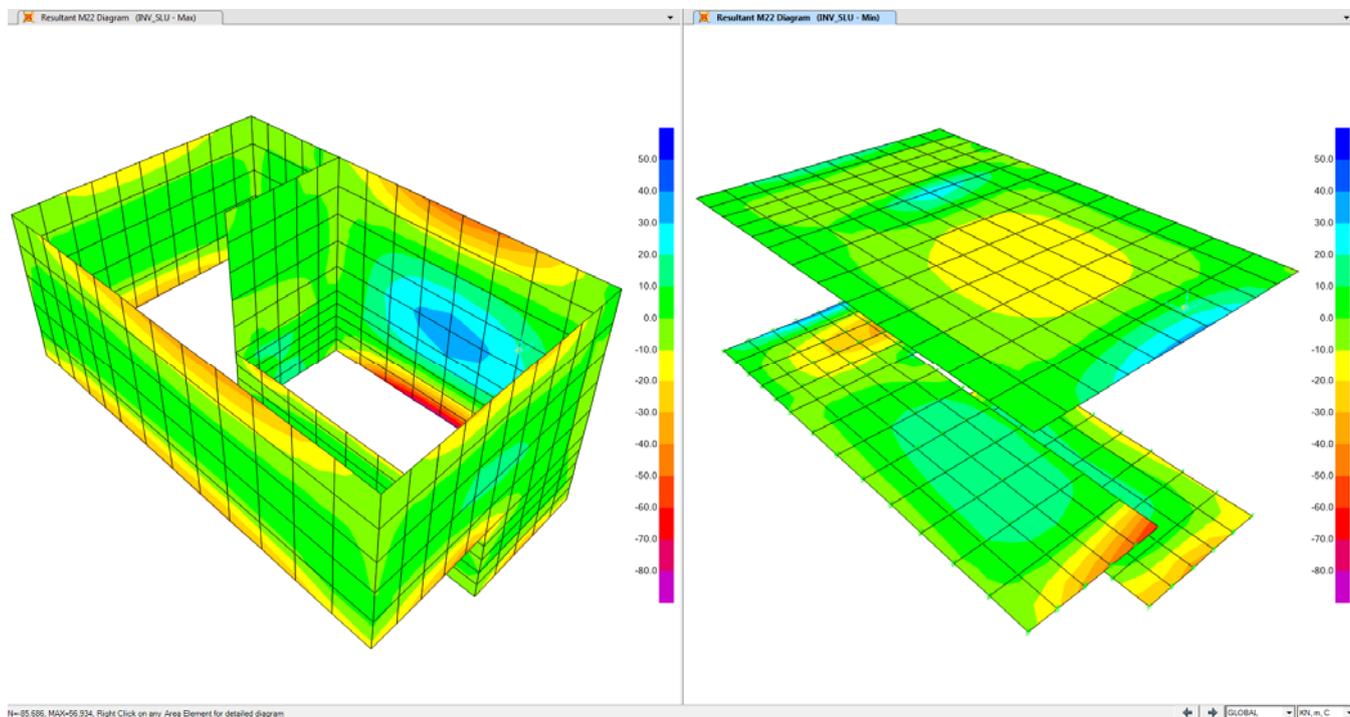


Figura 7-15 Modello di calcolo – Diagramma M22 – Combinazione “COMB\_INV\_SLV”.

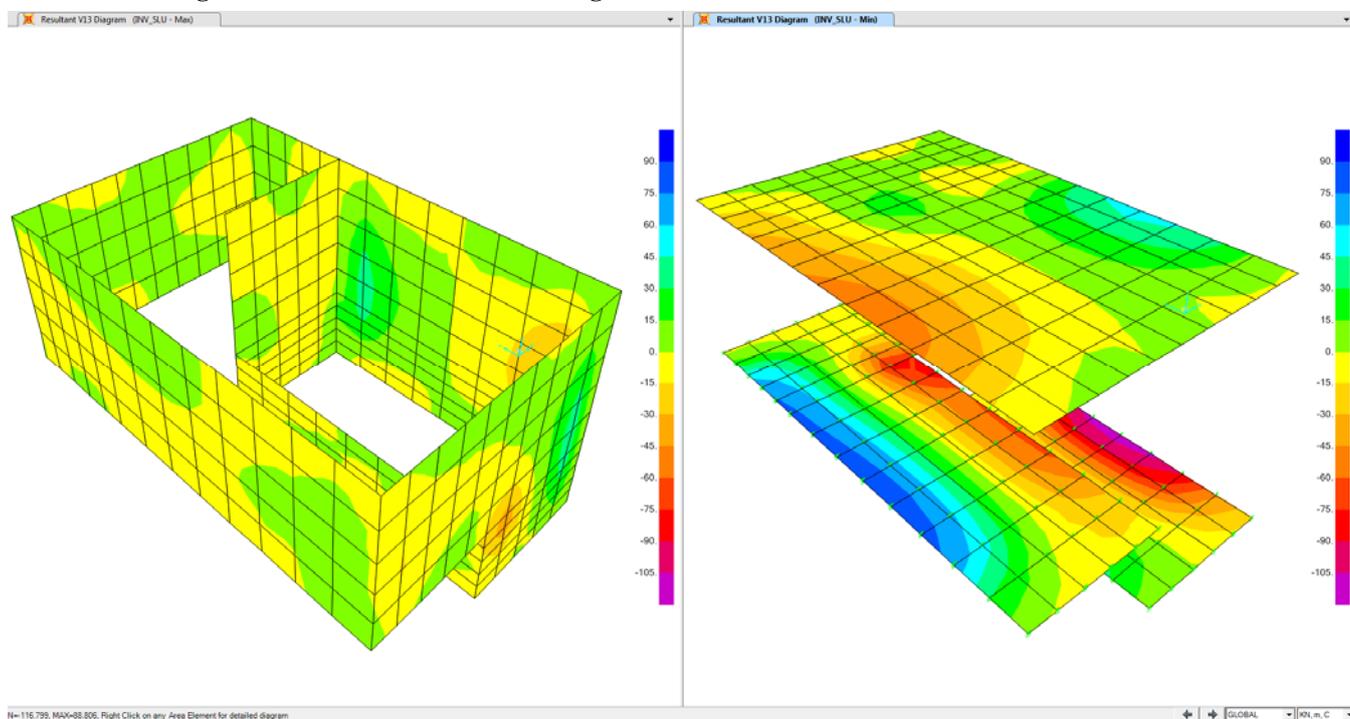
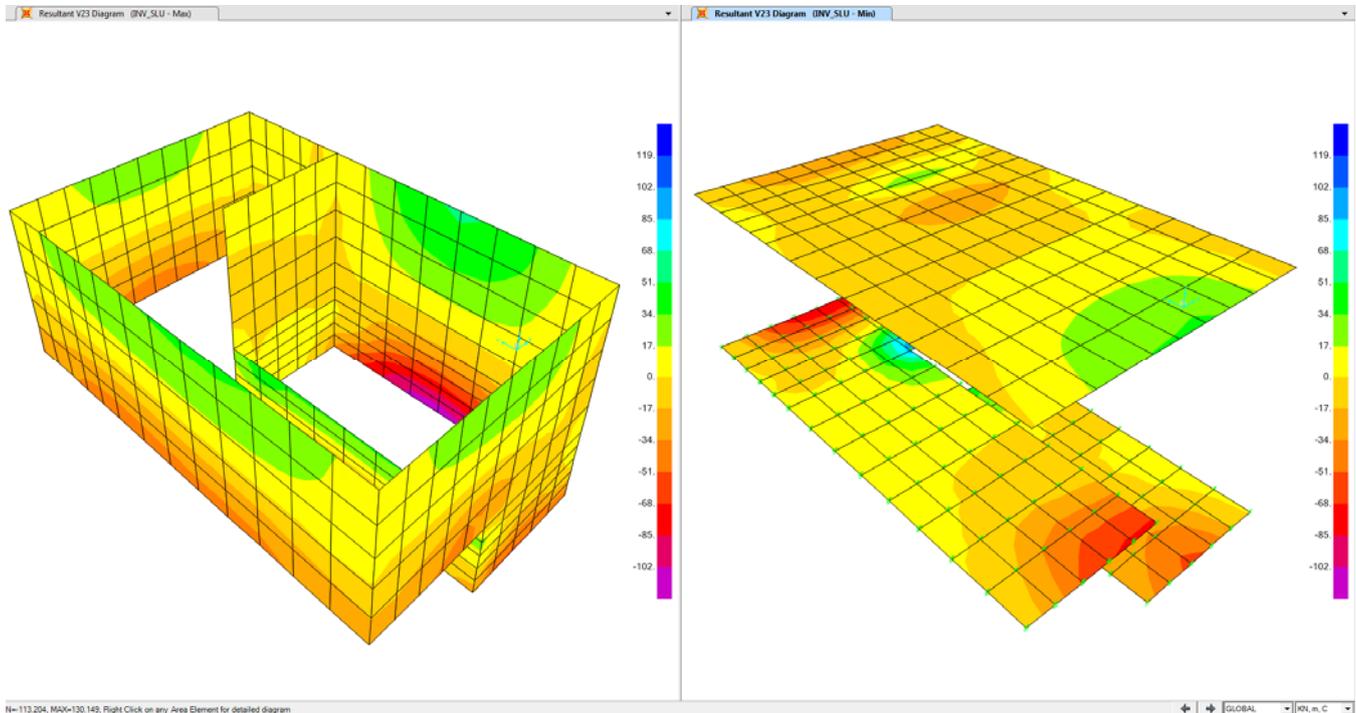


Figura 7-16 Modello di calcolo – Diagramma V13 – Combinazione “COMB\_INV\_SLU”.

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>32 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	32 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	32 di 130								



**Figura 7-17 Modello di calcolo – Diagramma V23 – Combinazione “COMB\_INV\_SLU”.**

## 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:

- Azioni Permanenti (G);
- Azioni Variabili (Q);

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>33 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	33 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	33 di 130								

- 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

• 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>
------------	-------------------	--------------	-------------------	-------------------	------------------------------	-------------	-------------	--------------	---------------	-------------------

   	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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;">FA0720 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">34 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	34 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	34 di 130								

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

   	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>35 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	35 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	35 di 130								

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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>36 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	36 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	36 di 130								

## 8 VERIFICHE STRUTTURALI LOCALI TECNICI

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  $L = 5.40$  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).

Si considera agente il peso proprio dell'intero solaio e il carico della neve. Lo schema è quello di trave semplicemente appoggiata per il dimensionamento della sezione in campata e di trave doppiamente incastrata per le sezioni di appoggio.

Carichi Permanenti:  $G = [(3.00 + 2,6) \cdot 1.2] = 6,72$  kN/m

Carico Neve:  $Q_N = 2,84 \times 1,20 = 3,41$  kN/m

Carico Totale SLU:  $1,3 G + 1,5 Q_N = 13,85$  kN/m

Carico Totale SLE rara:  $G + Q_N = 10,13$  kN/m

Carico Totale SLE frequente:  $G + 0,2 \times Q_N = 7,40$  kN/m

Carico Totale SLE quasi permanente:  $G + 0,0 \times Q_N = 6,72$  kN/m

Sollecitazioni SLU

$M_{max}$  (in campata) =  $[13,85 \times (5.40)^2] / 8 = 50,48$  kNm

$T_{max}$  (in appoggio) =  $13,85 \times 5,40 / 2 = 37,40$  kN

$M_{min}$  (in appoggio) =  $[13,85 \times (5.40)^2] / 12 = 33,65$  kNm

$M_{max,tr}$  (in campata) =  $50,48 / 3 = 16,83$  kNm

$T_{max,tr}$  (in appoggio) =  $37,40 / 3 = 12,47$  kN

$M_{min,tr}$  (in appoggio) =  $33,65 / 3 = 11,22$  kNm

Sollecitazioni SLE rara

$M_{max,tr}$  (in campata) =  $12,31$  kNm

$M_{min,tr}$  (in appoggio) =  $8,20$  kNm

$T_{max,tr}$  (in appoggio) =  $9,12$  kN

Sollecitazioni SLE frequente

$M_{max,tr}$  (in campata) =  $8,99$  kNm

$M_{min,tr}$  (in appoggio) =  $5,22$  kNm

$T_{max,tr}$  (in appoggio) =  $6,66$  kN

Sollecitazioni SLE quasi permanente

$M_{max,tr}$  (in campata) =  $8,17$  kNm

$M_{min,tr}$  (in appoggio) =  $5,44$  kNm

$T_{max,tr}$  (in appoggio) =  $6,05$  kN

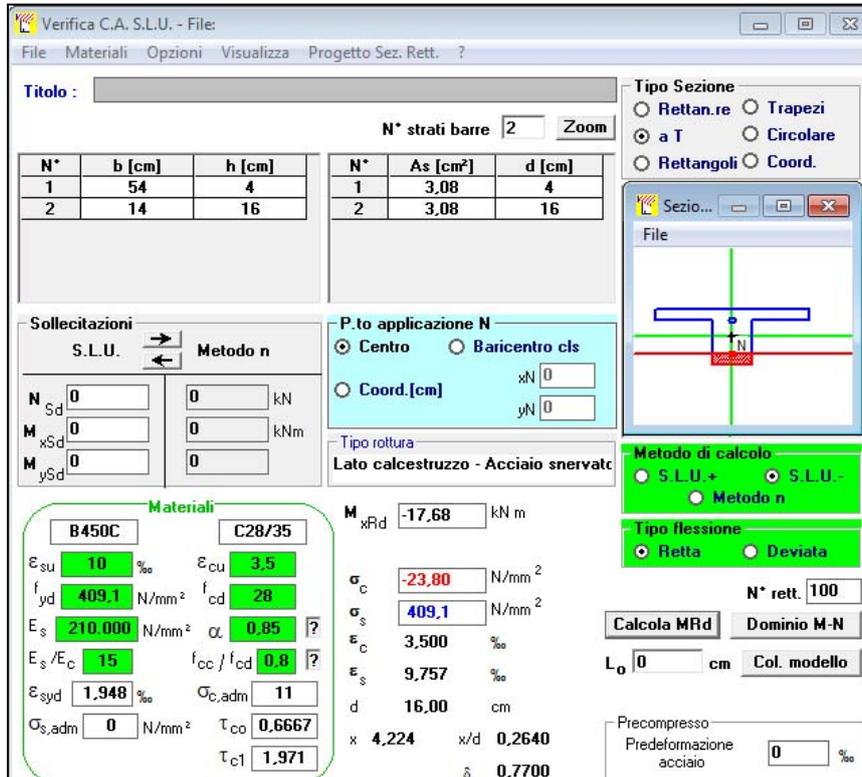
Di seguito si riportano la verifiche del singolo travetto. La verifica a flessione è stata condotta mediante il software PresFLE, per la sezione di appoggio e quella di campata, allo SLU.

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>37 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	37 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	37 di 130								

Si disporranno 2 Ø 14 all'intradosso e all'estradosso.

Verifica di SLU a flessione

*Sezione di appoggio*



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. It includes a title bar, menu bar, and various input fields and tables. The 'Materiali' section shows properties for B450C and C28/35. The 'Sezioni' section shows two reinforcement bars with their respective dimensions and areas. The 'Sollecitazioni' section shows input for normal force (N) and bending moment (M). The 'P.to applicazione N' section shows the application point (Centro). The 'Tipo rottura' section shows 'Lato calcestruzzo - Acciaio snervato'. The 'Metodo di calcolo' section shows 'S.L.U.-' and 'Metodo n'. The 'Tipo flessione' section shows 'Retta'. The 'N° rett.' field is set to 100. The 'Calcola MRd' button is highlighted. The 'Precompresso' section shows 'Predeformazione acciaio' set to 0. The 'M' field is set to -17,68 kNm. The 'σ<sub>c</sub>' field is set to -23,80 N/mm<sup>2</sup>. The 'σ<sub>s</sub>' field is set to 409,1 N/mm<sup>2</sup>. The 'ε<sub>s</sub>' field is set to 9,757 ‰. The 'd' field is set to 16,00 cm. The 'x' field is set to 4,224 and 'x/d' is set to 0,2640. The 'δ' field is set to 0,7700.

Il momento resistente del travetto è pari a:

$$M_{xRd} = 17,68 \text{ kNm} > M_{Ed} = 11,22 \text{ kNm}.$$

La verifica risulta soddisfatta.

*Sezione di campata*

Si considera la larghezza del travetto trascurando il contributo della soletta.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	38 di 130

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

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

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	54	4	1	3,08	4
2	14	16	2	3,08	16

Tipologia Sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Diagramma della sezione a T con forze applicate.

Sollecitazioni:  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Sd</sub> 0 kN  
 M<sub>xSd</sub> 0 kNm  
 M<sub>ySd</sub> 0 kNm

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

Tipologia rottura:  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

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

Tipologia flessione:  
 Retta  Deviate

Materiali:  
 B450C C28/35  
 ε<sub>su</sub> 10 ‰ ε<sub>cu</sub> 3,5  
 f<sub>yd</sub> 409,1 N/mm² f<sub>cd</sub> 28  
 E<sub>s</sub> 210.000 N/mm² α 0,85  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0,8  
 ε<sub>syd</sub> 1,948 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 11  
 σ<sub>s,adm</sub> 0 N/mm² τ<sub>co</sub> 0,6667  
 τ<sub>c1</sub> 1,971

M<sub>xRd</sub> 21,29 kNm  
 σ<sub>c</sub> -23,59 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 409,1 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 1,813 ‰  
 ε<sub>s</sub> 10,00 ‰  
 d 16,00 cm  
 x 2,455 x/d 0,1535  
 δ 0,7000

Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 N° rett. 100  
 Precompresso: Predeformazione acciaio 0 ‰

$$M_{xRd} = 21,29 \text{ kNm} > M_{Ed} = 16,83 \text{ kNm.}$$

La verifica risulta soddisfatta.

### Verifica di SLU a taglio

La verifica a taglio si effettua considerando la larghezza effettiva del travetto centrale  $b_w=14\text{cm}$ .

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>39 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	39 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	39 di 130								

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad (4.1.13)$$

dove  $V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (4.1.14)$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

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

e dove

$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

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

$h$	200,000 mm		
$b_w$	140,000 mm		
$c$	50,000 mm		
$d$	150,000 mm		
$A_{sl}$	307,720 mm <sup>2</sup>		
I strato d'armatura			
$A_s$	153,860 mm <sup>2</sup>		
$\phi$	14,000 mm		
$n$	2,000		
$f_{ck}$	28,000 N/mm <sup>2</sup>		
$f_{ctm}$	2,766	$f_{ctm} = 0,3 \cdot (f_{ck})^{2/3}$	
$f_{ctk}$	1,936 N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm}$	
$\gamma_c$	1,500		
$\rho_l$	0,016		
$k$	2,000		
$v_{min}$	0,524		
$V_{Rd}$	17,81 kN >	$V_{Ed}$	12,47 kN

La verifica risulta soddisfatta

In particolare, in corrispondenza degli appoggi, le armature longitudinali devono assorbire uno sforzo pari al taglio sull'appoggio.

$$V_{Ed} = 12,47 \text{ kN} < T = A_s f_{yd} = 2 \cdot 3,14 \cdot 72 \cdot 450 / 1,15 = 120'412 \text{ N} = 120,41 \text{ kN}.$$

Verifica di fessurazione (SLE frequente)

   	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>40 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	40 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	40 di 130								

Si verifica qui di seguito che la sollecitazione di momento in condizione rara, che è maggiore di quella in condizione frequente e quasi permanente, produca una fessura inferiore al limite consentito per quella quasi permanente. Le tensioni ottenute, inoltre verificano i limiti per la condizione rara e per quella permanente.

Pertanto le verifiche successive sono automaticamente soddisfatte.

### Sollecitazioni

Momento flettente	M	12,31	kN m
Sforzo normale	N		kN

### Materiali

Res. caratteristica cubica cls	$R_{ck}$	35	$\text{N/mm}^2$
Res. caratteristica cilindrica cls	$f_{ck}$	29,1	$\text{N/mm}^2$
Res. media a trazione cls	$f_{ctm}$	2,8	$\text{N/mm}^2$
Res. caratteristica a trazione cls	$f_{ctk}$	2,0	$\text{N/mm}^2$
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

### Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	20	cm					
Larghezza sezione	B	14	cm					
Armatura compressa (1° strato)	$AS_1'$	3,08	$\text{cm}^2$	2	$\emptyset$	14	$C_{S1} = 4$	cm
Armatura compressa (2° strato)	$AS_2'$	0,00	$\text{cm}^2$		$\emptyset$		$C_{S2} =$	cm
Armatura tesa (2° strato)	$AS_2$	0,00	$\text{cm}^2$		$\emptyset$		$C_{i2} =$	cm
Armatura tesa (1° strato)	$AS_1$	3,08	$\text{cm}^2$	2	$\emptyset$	14	$C_{i1} = 4$	cm

### Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	$\sigma_c$	14,3	$\text{N/mm}^2$
Trazione nell'acciaio (1° strato)	$\sigma_s$	301,1	$\text{N/mm}^2$

Eccentricità	e (M)	$\infty$	cm	> H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	$\infty$	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	6,6	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	$A_{id}$	366	$\text{cm}^2$	
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	$J_{id}$	12658,4	$\text{cm}^4$	
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	$J_{id*}$	5733,97	$\text{cm}^4$	

### Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione ( $f_{ctk}$ )	$M_{fess*}$	3	kN m	La sezione è fessurata
Fattore che tiene conto della durata del carico	$k_t$	0,4		
Altezza efficace	$d_{eff}$	4,5	cm	
Area efficace	$AC_{eff}$	62,3036	$\text{cm}^2$	
Armatura nell'area efficace	As	3,1	$\text{cm}^2$	
	$\rho_{p,eff}$	0,04942		

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>41 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	41 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	41 di 130								

Resistenza cilindrica media	$f_{cm}$	37,1	<sup>2</sup>	N/mm
Modulo elastico del cls	$E_{cm}$	32.588	<sup>2</sup>	N/mm
Deform. media dell'arm. - quella del cls	$\alpha_E$	6,4		
	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,00129		
	$k_1$	0,8		
	$k_2$	0,5		
	$k_3$	3,4		
	$k_4$	0,425		
Copriferro netto	$c'$	3,3		cm
Diámetro equivalente delle barre	$\varnothing_{eq}$	14,0		mm
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	16,0		cm
Ampiezza delle fessure	$w_d = w_k$	0,21		mm

Tipo di armatura	Poco sensibile
Condizioni ambientali	Ordinarie
Stato limite	Quasi permanente
Valore limite di apertura delle fessure	$w_2=0.3$ mm

Verifica di fessurazione (SLE quasi permanente)

p.m.

Verifica delle tensioni in esercizio

p.m.

## 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  $F_a$  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  $F_a$  corrispondente allo  $SLV$ .

La prestazione consistente nell'evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della  $F_a$  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.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di calcolo

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

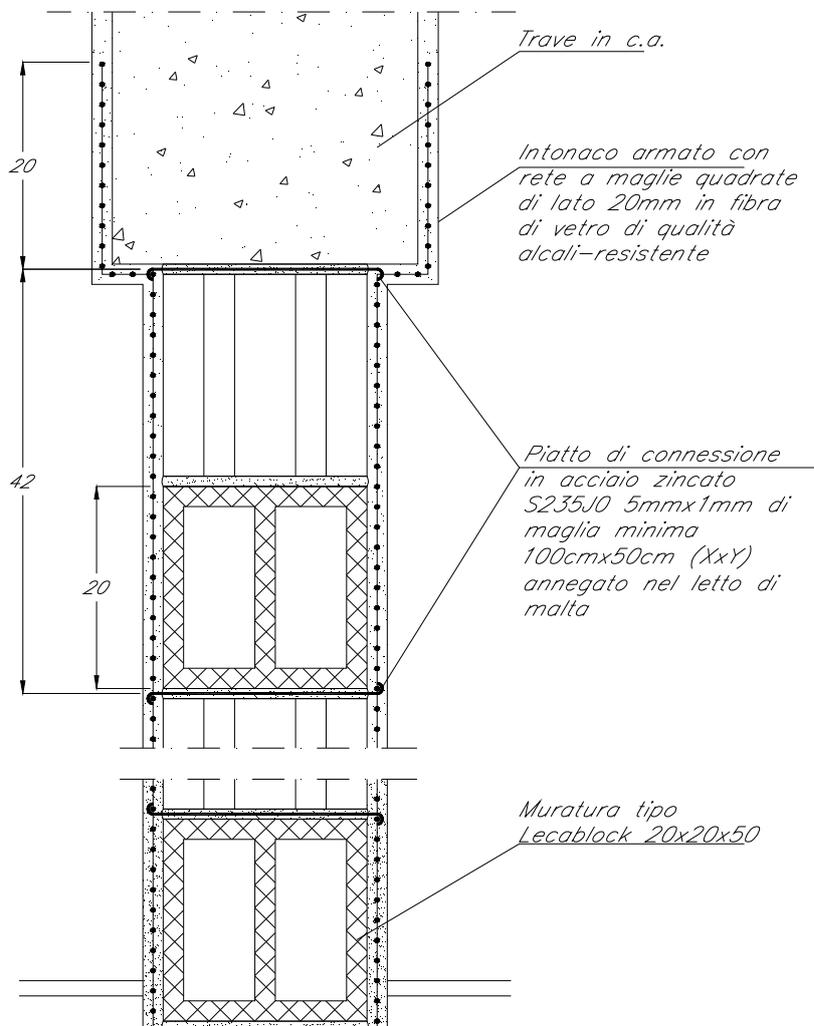
01 E ZZ

CL

FA0720 001

B

42 di 130



### 8.3 TRAVI DI BORDO 30X40

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi secondarie aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x40 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.

## 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 – PROGETTO ESECUTIVO

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	43 di 130

		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	59.1	0.0	1.1	0.0	50.5	49	4.0	SLV1
M3	min	0.0	-4.5	0.0	-0.7	0.0	-77.4	49	4.0	SLV1
M2	max	0.0	40.4	0.0	-0.3	0.0	2.7	46	4.0	SLV2
M2	min	0.0	17.0	0.0	-1.5	0.0	-41.3	46	4.0	SLV2
T	max	0.0	-16.6	0.0	4.5	0.0	4.7	61	0.3	SLV2
T	min	0.0	-37.0	0.0	-4.5	0.0	-32.0	44	0.2	SLV2
V3	max	0.0	-15.9	0.0	2.2	0.0	5.0	48	0.3	SLV2
V3	min	0.0	-40.9	0.0	-0.3	0.0	-42.7	48	0.3	SLV2
V2	max	0.0	59.6	0.0	0.7	0.0	39.4	66	4.0	SLV1
V2	min	0.0	-59.6	0.0	-0.7	0.0	-68.1	49	0.3	SLV1
P	max	0.0	3.6	0.0	-1.1	0.0	44.5	44	0.2	SLV1
P	min	0.0	3.6	0.0	-1.1	0.0	44.5	44	0.2	SLV1

		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	3.5	0.0	0.0	0.0	20.1	47	3.1	INV_SLR
M3	min	0.0	-39.0	0.0	-0.1	0.0	-30.7	47	0.3	INV_SLR
M2	max	0.0	25.9	0.0	-3.5	0.0	-9.9	44	3.8	INV_SLR
M2	min	0.0	26.3	0.0	5.2	0.0	-13.5	61	3.9	INV_SLR
T	max	0.0	-26.4	0.0	6.4	0.0	-12.0	61	0.3	INV_SLR
T	min	0.0	-28.5	0.0	-4.8	0.0	-15.7	44	0.2	INV_SLR
V3	max	0.0	-26.4	0.0	6.4	0.0	-12.0	61	0.3	INV_SLR
V3	min	0.0	-28.5	0.0	-4.8	0.0	-15.7	44	0.2	INV_SLR
V2	max	0.0	38.8	0.0	0.1	0.0	-29.4	64	5.5	INV_SLR
V2	min	0.0	-39.0	0.0	-0.1	0.0	-30.7	47	0.3	INV_SLR
P	max	0.0	-27.7	0.0	-3.5	0.0	-14.4	44	0.2	INV_SLR
P	min	0.0	-27.7	0.0	-3.5	0.0	-14.4	44	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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>44 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	44 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	44 di 130								

		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	3.4	0.0	0.1	0.0	20.0	47	3.1	INV_SLQ
M3	min	0.0	-38.8	0.0	0.1	0.0	-30.2	47	0.3	INV_SLQ
M2	max	0.0	-26.4	0.0	-2.8	0.0	-12.0	44	0.2	INV_SLQ
M2	min	0.0	-26.4	0.0	-2.8	0.0	-12.0	44	0.2	INV_SLQ
T	max	0.0	-27.3	0.0	2.8	0.0	-13.5	61	0.3	INV_SLQ
T	min	0.0	-26.4	0.0	-2.8	0.0	-12.0	44	0.2	INV_SLQ
V3	max	0.0	-26.4	0.0	-2.8	0.0	-12.0	44	0.2	INV_SLQ
V3	min	0.0	-26.4	0.0	-2.8	0.0	-12.0	44	0.2	INV_SLQ
V2	max	0.0	38.8	0.0	-0.1	0.0	-30.2	64	5.5	INV_SLQ
V2	min	0.0	-38.8	0.0	0.1	0.0	-30.2	47	0.3	INV_SLQ
P	max	0.0	-26.4	0.0	-2.8	0.0	-12.0	44	0.2	INV_SLQ
P	min	0.0	-26.4	0.0	-2.8	0.0	-12.0	44	0.2	INV_SLQ

		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	0.0	0.0	20.1	64	2.6	INV_SLF
M3	min	0.0	38.8	0.0	-0.2	0.0	-30.6	64	5.5	INV_SLF
M2	max	0.0	27.6	0.0	-2.5	0.0	-13.2	44	3.8	INV_SLF
M2	min	0.0	26.2	0.0	2.6	0.0	-12.6	61	3.9	INV_SLF
T	max	0.0	-26.9	0.0	3.2	0.0	-12.9	61	0.3	INV_SLF
T	min	0.0	-26.6	0.0	-3.2	0.0	-12.3	44	0.2	INV_SLF
V3	max	0.0	-26.9	0.0	3.2	0.0	-12.9	61	0.3	INV_SLF
V3	min	0.0	-26.6	0.0	-3.2	0.0	-12.3	44	0.2	INV_SLF
V2	max	0.0	39.0	0.0	0.0	0.0	-30.0	64	5.5	INV_SLF
V2	min	0.0	-38.9	0.0	0.0	0.0	-30.3	47	0.3	INV_SLF
P	max	0.0	-26.0	0.0	-2.5	0.0	-11.3	44	0.2	INV_SLF
P	min	0.0	-26.0	0.0	-2.5	0.0	-11.3	44	0.2	INV_SLF

### 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:

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>45 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	45 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	45 di 130								

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

2) Campata:

- Armatura superiore 4  $\Phi$  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: Trave30x40

(Percorso File: \\oceano\BPK\ESECUTIVO\LAVORO\MICHELA\EDIFICI\FV07\_verifiche\Trave30x40.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
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 
Resis. compr. ridotta fcd' :           79.30 daN/cm 
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 
Coeff. di Poisson :                    0.20
Resis. media a trazione fctm:          28.80 daN/cm 
Coeff. Omogen. S.L.E. :                15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
      Sc Limite :                       168.00 daN/cm 
      Apert.Fess.Limite :                Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
      Sc Limite :                       168.00 daN/cm 
      Apert.Fess.Limite :                0.300 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
      Sc Limite :                       126.00 daN/cm 
      Apert.Fess.Limite :                0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:          4500.0 daN/cm 
Resist. caratt. rottura ftk:           5400.0 daN/cm 
Resist. snerv. di calcolo fyd:         3913.0 daN/cm 
Resist. ultima di calcolo ftd:         4500.0 daN/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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>46 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	46 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	46 di 130								

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 GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 30.0 cm  
 Altezza: 40.0 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

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	5050	5910	0
2	0	7740	450	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	2010
2	0	3070

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	3060

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

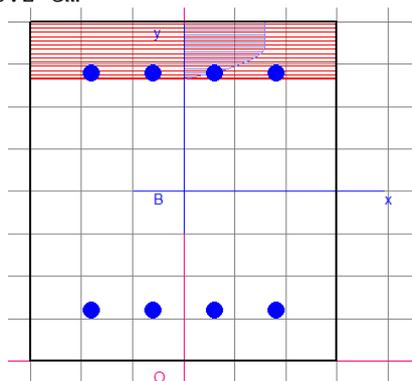
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	3020

	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>47 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	47 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	47 di 130								

### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.4 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 3.2 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 baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 8.0 cm <sup>2</sup> Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 8.0 cm <sup>2</sup>

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	5050	1	9887	1.958	33.2	0.20	0.70
2	S	0	7740	1	9887	1.277	33.2	0.20	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	-0.00537	40.0	0.00039	34.0	-0.01410	6.0
2	0.00350	-0.00537	40.0	0.00039	34.0	-0.01410	6.0

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

Diametro staffe:	20 mm	
Passo staffe:	8.4 cm	[Passo massimo di normativa = 8.5]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	74.8 cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima normativa = 4.5]

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

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
-----	--

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>48 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	48 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	48 di 130								

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	5910	4437	25104	223909	30.0	21.80	1.000	2.0
2	S	450	4437	25104	223909	30.0	21.80	1.000	0.2

#### 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	29.3	40.0	0.0	40.0	-844	34.0	17.2	516	8.0	6.0
2	S	44.6	40.0	0.0	40.0	-1290	34.0	17.2	516	8.0	6.0

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 ScImax 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  
 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	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	19.4	-19.4	-2.7	0.143	1.0	0.000169	175	0.050
2	S	29.6	-29.6	-4.1	0.143	1.0	0.000258	175	0.077

#### 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	44.5	40.0	0.0	40.0	-1286	34.0	17.2	516	8.0	6.0

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

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	29.5	-29.5	-4.1	0.143	0.5	0.000337	175	0.100

#### 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	43.9	40.0	0.0	40.0	-1269	34.0	17.2	516	8.0	6.0

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>49 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	49 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	49 di 130								

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

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	29.1	-29.1	-4.1	0.143	0.5	0.000325	175	0.096

**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:

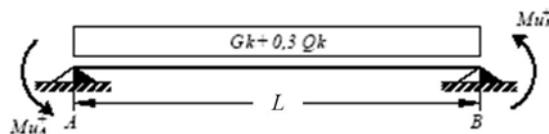
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

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:**



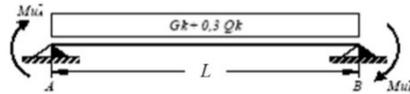
Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

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

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

• **2° Schema:**

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>50 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	50 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	50 di 130								



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	0.30	m
Altezza	0.40	m
L <sub>trave</sub>	5.70	m
L <sub>influenza</sub>	3.15	m
Peso proprio trave	3.00	kN/m
Carico solaio	3.00	kN/m <sup>2</sup>
Carico perm.	2.60	kN/m <sup>2</sup>
G <sub>k</sub>	17.64	kN/m
Y <sub>Q</sub>	0.30	[-]
Q <sub>k</sub>	0.00	kN/m
Y <sub>Rd</sub>	1.00	[-]

M <sub>uA</sub> <sup>(+)</sup> (kNm)	M <sub>uB</sub> <sup>(-)</sup> (kNm)	M <sub>uA</sub> <sup>(-)</sup> (kNm)	M <sub>uB</sub> <sup>(+)</sup> (kNm)
98.9	98.9	98.9	98.9

1° Schema		2° Schema	
V <sub>A</sub> (kN)	V <sub>B</sub> (kN)	V <sub>A</sub> (kN)	V <sub>B</sub> (kN)
85.0	-15.6	85.0	-15.6

V <sub>2</sub> (output) =	59.6	kN
V <sub>Ed</sub> =	84.97	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 seguente valore del taglio massimo:

**V<sub>Ed-max</sub> = 84.97 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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>51 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	51 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	51 di 130								

### 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</b> N/mm <sup>2</sup>
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</b> mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	<b>80</b> mm
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>
		$V_{Rsd}$	235.10 kN
		$V_{Rcd}$	377.80 kN
		$V_{Rd}$	235.10 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 0,60 m dal pilastro, staffe  $\Phi 10 / 8$  cm, mentre nelle zone centrali di campata rimanenti staffe  $\Phi 10 / 20$  cm. (NTC2008 – 7.4.6.2.1)

### 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.

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>52 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	52 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	52 di 130								

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  $\text{ctg}\theta = (a_1/a_s)^{1/2}$

con:  $a_1 = \Sigma A_l / u_m$

$a_s = A_s / s$

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)	0.3
H (m)	0.4
$A_c$ (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4
t (m)	0.09
A (m <sup>2</sup> )	0.07
$f'_{cd}$ (kN/m <sup>2</sup> )	8230.8
ctg $\theta$ (-)	0.86
$a_1$	0.0011
$a_s$	0.002
<b><math>T_{Rcd}</math> (kNm)</b>	<b>43.81</b>

#### Staffe Trasversali

B (m)	0.3
H (m)	0.4
$A_c$ (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4
t (m)	0.09
$A_s$ (m <sup>2</sup> )	0.0002
A (m <sup>2</sup> )	0.07
$s_{(prog.)}$ (m)	0.08
$f_{yd}$ (kN/m <sup>2</sup> )	391300
ctg $\theta$ (-)	0.86
<b><math>T_{Rsd}</math> (kNm)</b>	<b>88.46</b>

#### Armatura Longitudinale

B (m)	0.3
H (m)	0.4
$A_c$ (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4
t (m)	0.09
$u_m$ (m)	1.06
$\Sigma A_l$ (m <sup>2</sup> )	0.0011
A (m <sup>2</sup> )	0.07
$f_{yd}$ (kN/m <sup>2</sup> )	391300
ctg $\theta$ (-)	0.86
<b><math>T_{Rsd}</math> (kNm)</b>	<b>66.94</b>

**$T_{Rd}$  (kNm)**            43.81

**$T_{Ed}$  (kNm)**            0.70 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.

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>53 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	53 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	53 di 130								

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

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

$$T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.016$$

$$V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.452$$

$$= 0.468 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

### 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

$$b = 300 \text{ mm}$$

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

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

#### In campata:

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

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

$$\rho = A_s / (bh) = 0.00670$$

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

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

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = \frac{0.006698}{7}$$

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

$$\rho_{comp} + 3,5 / f_{yk} = 0.01448 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

#### Agli appoggi:

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

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

$$\rho = A_s / (bh) = 0.00670$$

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>54 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	54 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	54 di 130								

Armatura compressa                      4    Ø        16 mm

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

$$\rho_{\text{comp}} = A_s' / (bh) = \frac{0.006698}{7}$$

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

$$\rho_{\text{comp}} + 3,5/f_{yk} = 0.01448 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

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

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

nel caso specifico risulta:

$$\rho_{\text{comp}} = A_s' / (bh) = 0.0067$$

$$0,25\rho = 0.0017 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

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

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

nel caso specifico risulta:

$$\rho_{\text{comp}} = A_s' / (bh) = 0.0067$$

$$0,5\rho = 0.0033 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

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. (NTC2008 – 7.4.6.2.1)

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

Passo massimo delle staffe nella zona critica

s1	85 mm
s2	225 mm
s3	128 mm
s4	240 mm

$$s = 80 \text{ mm} < 85 \text{ mm}$$

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

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>55 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	55 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	55 di 130								

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  $0.0013 b_t d$

$f_{ctm} =$	2.77 MPa	valore medio della resistenza a trazione assiale
$f_{yk} =$	450 MPa	resistenza caratteristica a trazione dell'armatura
$b_t =$	300 mm	larghezza media della zona tesa

$A_{smin} =$	163.25 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
$A_s =$	803.84 mm <sup>2</sup>	
$0.0013 b_t d =$	132.6 mm <sup>2</sup>	

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 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
$V_{Ed} =$	85.0 kN	
$f_{yk} =$	450 MPa	
$\gamma_s =$	1.15	
$f_{yd} =$	391.3 MPa	
$V_{Rd} = A_s \times f_{yd} =$	314.5 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 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
$A_s' =$	803.84 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
$0,04A_c =$	4800 mm <sup>2</sup>	

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad  $A_{st} = 1,5 b$  mm<sup>2</sup>/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;

$A_{st,min} = 1,5 b =$	450 mm <sup>2</sup> /mm	La verifica risulta soddisfatta
$A_{sw} =$	157 mm <sup>2</sup>	
$s =$	0.15 m	
$A_{st} = A_{sw} / s =$	1046.7 mm <sup>2</sup> /mm	
$0,8d =$	272 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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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;">FA0720 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">56 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	56 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	56 di 130								

## 8.4 TRAVE PRINCIPALE INTERNA (40X40)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi aventi sezione rettangolare di dimensioni 40x40 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	-3.4	0.0	0.3	0.0	<b>168.8</b>	56	3.2	INV_SLU
M3	min	0.0	-117.3	0.0	-0.7	0.0	<b>-160.6</b>	57	0.2	SLV2
M2	max	0.0	-71.8	0.0	0.4	<b>0.0</b>	-30.0	53	0.2	SLV1
M2	min	0.0	-88.1	0.0	-0.4	<b>0.0</b>	-77.9	53	0.2	SLV1
T	max	0.0	-52.9	0.0	<b>1.3</b>	0.0	25.9	53	0.2	SLV2
T	min	0.0	-107.0	0.0	<b>-1.3</b>	0.0	-133.7	53	0.2	SLV2
V3	max	0.0	-71.8	<b>0.0</b>	0.4	0.0	-30.0	53	0.2	SLV1
V3	min	0.0	-88.1	<b>0.0</b>	-0.4	0.0	-77.9	53	0.2	SLV1
V2	max	0.0	<b>206.9</b>	0.0	0.2	0.0	-109.7	55	6.1	INV_SLU
V2	min	0.0	<b>-214.2</b>	0.0	0.1	0.0	-153.9	56	0.2	INV_SLU
P	max	<b>0.0</b>	-156.1	0.0	0.1	0.0	-117.5	53	0.2	INV_SLU
P	min	<b>0.0</b>	-156.1	0.0	0.1	0.0	-117.5	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	0.1	0.0	0.0	0.0	<b>84.5</b>	55	3.2	INV_SLF
M3	min	0.0	-104.1	0.0	-0.1	0.0	<b>-69.2</b>	56	0.2	INV_SLF
M2	max	0.0	88.7	0.0	0.0	<b>0.0</b>	-53.8	53	6.1	INV_SLF
M2	min	0.0	-88.7	0.0	-0.1	<b>0.0</b>	-59.8	53	0.2	INV_SLF
T	max	0.0	-95.7	0.0	<b>0.0</b>	0.0	-63.5	56	0.2	INV_SLF
T	min	0.0	-104.1	0.0	<b>-0.1</b>	0.0	-69.2	56	0.2	INV_SLF
V3	max	0.0	-81.2	<b>0.0</b>	0.0	0.0	-53.1	53	0.2	INV_SLF
V3	min	0.0	-88.7	<b>0.0</b>	-0.1	0.0	-59.8	53	0.2	INV_SLF
V2	max	0.0	<b>104.1</b>	0.0	0.0	0.0	-63.0	55	6.1	INV_SLF
V2	min	0.0	<b>-104.1</b>	0.0	-0.1	0.0	-69.0	55	0.2	INV_SLF
P	max	<b>0.0</b>	-81.2	0.0	0.0	0.0	-53.1	53	0.2	INV_SLF
P	min	<b>0.0</b>	-81.2	0.0	0.0	0.0	-53.1	53	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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>57 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	57 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	57 di 130								

		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	77.7	55	3.2	INV_SLQ
M3	min	0.0	-95.8	0.0	0.0	0.0	-63.8	56	0.2	INV_SLQ
M2	max	0.0	81.8	0.0	0.0	0.0	-55.2	53	6.1	INV_SLQ
M2	min	0.0	-81.8	0.0	0.0	0.0	-55.2	53	0.2	INV_SLQ
T	max	0.0	-81.8	0.0	0.0	0.0	-55.2	53	0.2	INV_SLQ
T	min	0.0	-83.0	0.0	0.0	0.0	-55.4	57	0.2	INV_SLQ
V3	max	0.0	-81.8	0.0	0.0	0.0	-55.2	53	0.2	INV_SLQ
V3	min	0.0	-81.8	0.0	0.0	0.0	-55.2	53	0.2	INV_SLQ
V2	max	0.0	95.8	0.0	0.0	0.0	-63.6	55	6.1	INV_SLQ
V2	min	0.0	-95.8	0.0	0.0	0.0	-63.6	55	0.2	INV_SLQ
P	max	0.0	-81.8	0.0	0.0	0.0	-55.2	53	0.2	INV_SLQ
P	min	0.0	-81.8	0.0	0.0	0.0	-55.2	53	0.2	INV_SLQ

		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	0.2	0.0	122.6	56	3.2	INV_SLR
M3	min	0.0	-155.3	0.0	0.0	0.0	-110.9	56	0.2	INV_SLR
M2	max	0.0	-114.7	0.0	0.1	0.0	-85.5	53	0.2	INV_SLR
M2	min	0.0	108.4	0.0	-0.1	0.0	-79.6	53	6.1	INV_SLR
T	max	0.0	-134.0	0.0	0.2	0.0	-95.4	56	0.2	INV_SLR
T	min	0.0	-132.2	0.0	-0.1	0.0	-97.5	53	0.2	INV_SLR
V3	max	0.0	-114.7	0.0	0.1	0.0	-85.5	53	0.2	INV_SLR
V3	min	0.0	-132.2	0.0	-0.1	0.0	-97.5	53	0.2	INV_SLR
V2	max	0.0	150.4	0.0	0.1	0.0	-81.4	55	6.1	INV_SLR
V2	min	0.0	-155.3	0.0	0.0	0.0	-110.9	56	0.2	INV_SLR
P	max	0.0	-114.7	0.0	0.1	0.0	-85.5	53	0.2	INV_SLR
P	min	0.0	-114.7	0.0	0.1	0.0	-85.5	53	0.2	INV_SLR

#### 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 5  $\Phi$  20
- Armatura inferiore 5  $\Phi$  20

2) Campata:

- Armatura superiore 5 $\Phi$  20

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>58 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	58 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	58 di 130								

- Armatura inferiore 5  $\Phi$  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:** Trave40x40

(Percorso File: \\oceano\BPK\ESECUTIVO\LAVORO\MICHELA\EDIFICI\FV07\_verifiche\Trave40x40.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/cm2
Resis. compr. ridotta fcd' :          79.30 daN/cm2
Def.unit. max resistenza ec2 :         0.0020
Def.unit. ultima ecu :                 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. :        Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec :           323080 daN/cm2
Coeff. di Poisson :                    0.20
Resis. media a trazione fctm :         28.80 daN/cm2
Coeff. Omogen. S.L.E. :                15.0
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
      Sc Limite :                       168.00 daN/cm2
      Apert.Fess.Limite :               Non prevista
Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
      Sc Limite :                       168.00 daN/cm2
      Apert.Fess.Limite :               0.300 mm
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
      Sc Limite :                       126.00 daN/cm2
      Apert.Fess.Limite :               0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk :         4500.0 daN/cm2
Resist. caratt. rottura ftk :          5400.0 daN/cm2
Resist. snerv. di calcolo fyd :        3913.0 daN/cm2
Resist. ultima di calcolo ftd :        4500.0 daN/cm2
Deform. ultima di calcolo Epu :         0.068
Modulo Elastico Ef :                   2000000 daN/cm2
Diagramma tensione-deformaz. :        Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm2
Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm2
Comb.Rare Sf Limite :                   3600.0 daN/cm2

```

**CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO**

**DOMINIO N° 1**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C28/35

   	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>59 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	59 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	59 di 130								

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-20.00	0.00
2	-20.00	40.00
3	20.00	40.00
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	34.00	20
3	14.00	34.00	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	3	20
2	2	3	3	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	16880	0	340	0
2	0	16060	0	11730	0

#### 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	12260	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

   	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>60 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	60 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	60 di 130								

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
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	8450	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	7760	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 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  $\geq 1.000$

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	16880	0	0	19908	0	1.179
2	S	0	16060	0	0	19908	0	1.240

#### 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	-0.00381	-20.0	40.0	0.00094	-14.0	34.0	-0.01100	-14.0	6.0
2	0.00350	-0.00381	-20.0	40.0	0.00094	-14.0	34.0	-0.01100	-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,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)

  	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>61 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	61 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	61 di 130								

C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000426492	-0.013559671	0.241	0.742
2	0.000000000	0.000426492	-0.013559671	0.241	0.742

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

Diametro staffe: 10 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 8.5]  
 N.Bracci staffe: 2  
 Area staffe/m : 19.7 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	340	33470	58776	34.0	40.0	21.80°	1.000	0.1
2	S	11730	33470	58776	34.0	40.0	21.80°	1.000	3.9

**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,0)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)  
 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,0)  
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)  
 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	110.1	20.0	40.0	-2619	-7.0	6.0	540	148	0.125	0.288

**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	75.9	-20.0	40.0	-1805	-7.0	6.0	540	148	0.125	0.197

**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	69.7	-20.0	40.0	-1658	-7.0	6.0	540	148	0.125	0.175

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>62 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	62 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	62 di 130								

### 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:

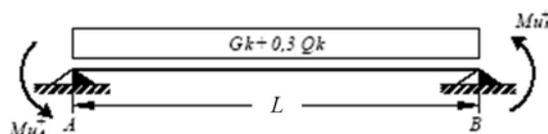
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

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:

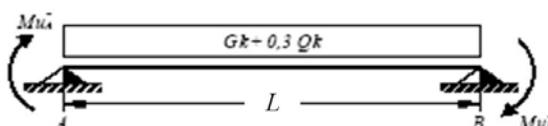


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

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

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

#### • 2° Schema:



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

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>63 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	63 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	63 di 130								

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

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

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	0.40	m
L <sub>trave</sub>	6.30	m
L <sub>influenza</sub>	5.20	m
Peso proprio trave	4.00	kN/m
Carico solaio	3.00	kN/m <sup>2</sup>
Carico perm.	2.60	kN/m <sup>2</sup>
G <sub>k</sub>	29.12	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> (kNm)</b>	<b>M<sub>uB</sub><sup>(-)</sup> (kNm)</b>	<b>M<sub>uA</sub><sup>(-)</sup> (kNm)</b>	<b>M<sub>uB</sub><sup>(+)</sup> (kNm)</b>
199.0	199.0	199.0	199.0

1° Schema		2° Schema	
V <sub>A</sub> (kN)	V <sub>B</sub> (kN)	V <sub>A</sub> (kN)	V <sub>B</sub> (kN)
154.9	-28.6	154.9	-28.6

<b>V<sub>2</sub> (output) =</b>	<b>214.0</b>	kN
<b>V<sub>Ed</sub> =</b>	214.0	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:

$$V_{Ed-max} = 214.0 \text{ kN}$$

   	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <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;">FA0720 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">64 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	64 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	64 di 130								

### 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</b> N/mm <sup>2</sup>
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>226.19</b> mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		$s$	<b>100</b> mm
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>
		$V_{Rsd}$	270.84 kN
		$V_{Rcd}$	503.73 kN
		$V_{Rd}$	270.84 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

Si adatteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 0,60m dal pilastro, staffe  $\Phi 12 / 10$  cm, mentre nelle zone centrali di campata staffe  $\Phi 12 / 20$  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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>65 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	65 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	65 di 130								

### Calcestruzzo

B (m)	0.4
H (m)	0.4
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.16
u (m)	1.6
t (m)	0.10
A (m <sup>2</sup> )	0.09
f <sub>cd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	8230.8
cotgθ (-)	0.10
a <sub>1</sub>	0.0020
a <sub>s</sub>	0.188
<b>T<sub>Rcd</sub> (kNm)</b>	<b>13.72</b>

### Staffe Trasversali

B (m)	0.4
H (m)	0.4
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.16
u (m)	1.6
t (m)	0.10
A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0002
A (m <sup>2</sup> )	0.09
s <sub>(prog.)</sub> (m)	0.1
f <sub>vd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	0.10
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>11.29</b>

### Armatura Longitudinale

B (m)	0.4
H (m)	0.4
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.16
u (m)	1.6
t (m)	0.10
u <sub>m</sub> (m)	1.20
ΣA <sub>l</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0020
A (m <sup>2</sup> )	0.09
f <sub>vd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	0.10
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>1128.62</b>

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:

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

$$T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.062$$

$$V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.497$$

$$= 0.559 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

### 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

Dimensioni sezione

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

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

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

### In campata:

$$\text{Armatura tesa} \quad 5 \quad \emptyset \quad 20 \text{ mm}$$

$$A_s = 1570 \text{ mm}^2$$

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>66 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	66 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	66 di 130								

$$\rho = A_s / (bh) = 0.00981$$

Armatura compressa 5 Ø 20 mm

$$A_s' = 1570 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.009812$$

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

$$\rho_{comp} + 3,5/f_{yk} = 0.01759 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

#### Agli appoggi:

Armatura tesa 5 Ø 20 mm

$$A_s = 1570 \text{ mm}^2$$

$$\rho = A_s / (bh) = 0.00981$$

Armatura compressa 5 Ø 20 mm

$$A_s' = 1570 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.009812$$

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

$$\rho_{comp} + 3,5/f_{yk} = 0.01759 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

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

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

nel caso specifico risulta:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0098$$

$$0,25\rho = 0.0025 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

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:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0098$$

$$0,5\rho = 0.0049 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

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:

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>67 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	67 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	67 di 130								

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

Passo massimo delle staffe nella zona critica

s1	85 mm
s2	225 mm
s3	160 mm
s4	240 mm

$$s = 80 \text{ mm} < 85 \text{ mm}$$

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:

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

$f_{ctm} =$	2.77 MPa	valore medio della resistenza a trazione assiale
$f_{yk} =$	450 MPa	resistenza caratteristica a trazione dell'armatura
$b_t =$	400 mm	larghezza media della zona tesa

$A_{s,\min} =$	217.66 mm <sup>2</sup>	
$A_s =$	1570 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
$0.0013 b_t d =$	176.8 mm <sup>2</sup>	

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

$A_s =$	1570 mm <sup>2</sup>	
$V_{Ed} =$	278.3 kN	
$f_{yk} =$	450 MPa	
$\gamma_s =$	1.15	
$f_{vd} =$	391.3 MPa	
$V_{Rd} = A_s \times f_{vd} =$	614.3 kN	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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>68 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	68 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	68 di 130								

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.

$A_s =$	1570 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
$A_{s'} =$	1570 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
$0,04A_c =$	6400 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;

$A_{st,min} = 1,5 b =$	600 mm <sup>2</sup> /mm	
$A_{sw} =$	226.08 mm <sup>2</sup>	
$s =$	0.15 m	
$A_{st} = A_{sw} / s =$	1507.2 mm <sup>2</sup> /mm	La verifica risulta soddisfatta
$0,8d =$	272 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.

## 8.5 PILASTRI (30X40)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali dei pilastri aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x40 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:

  	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>69 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	69 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	69 di 130								

Ned	<b>341.8</b> N
Ac	120000 mmq
$\nu$	0.000179
fcd	15.87 Mpa
C	12.39
rm	10.69
M02	<b>4.8</b> kNm
M01	<b>51.3</b> kNm
$\lambda$ lim	<b>14239.59</b>
L0	3.85 m
i	115.5 mm
$\beta$	1
L	3.85 m
$\lambda$	<b>33.34</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:

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

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.

$d_r=0,008956$  m;

h=3.85 m;

Per la combinazione massima si ha che:

P= -1986.6 kN

V= 249.933kN

$\theta =0,018 < 0.1$

   	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>70 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	70 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	70 di 130								

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
26	0.575	SLD_Uy	Max	-104.367	1.488	-3.533	1.0748	17.5838	5.1176
27	0.575	SLD_Uy	Max	-151.055	-2.173	11.849	1.0749	23.3001	10.6147
28	0.575	SLD_Uy	Max	-145.377	-1.111	11.598	1.0749	22.6931	13.2028
29	0.575	SLD_Uy	Max	-173.427	-1.51	14.863	1.0748	26.8469	14.3866
30	0.575	SLD_Uy	Max	-169.509	1.276	7.921	1.0748	18.0687	19.8882
31	0.575	SLD_Uy	Max	-142.816	5.68	12.048	1.0749	22.2396	26.9182
32	0.575	SLD_Uy	Max	-106.455	6.027	3.253	1.0748	10.9843	30.2385
35	0.575	SLD_Uy	Max	-104.367	1.488	46.277	1.0748	75.5459	5.1176
36	0.575	SLD_Uy	Max	-151.055	32.985	11.849	1.0749	23.3001	48.8674
37	0.575	SLD_Uy	Max	-145.377	34.925	11.598	1.0749	22.6931	50.8265
38	0.575	SLD_Uy	Max	-173.427	38.908	14.863	1.0748	26.8469	56.2423
39	0.575	SLD_Uy	Max	-169.509	42.04	7.921	1.0748	18.0687	62.7124
40	0.575	SLD_Uy	Max	-142.816	42.943	12.048	1.0749	22.2396	67.4392
41	0.575	SLD_Uy	Max	-106.455	46.967	3.253	1.0748	10.9843	77.6795

### 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).

**Pilastrini 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>	-287.4	-49.7	5.9	0.0	-11.8	<b>118.3</b>	29	4.4	INV_SLU
<b>M3</b>	<b>min</b>	-325.6	41.8	-5.5	-0.2	11.1	<b>-135.4</b>	39	4.4	INV_SLU
<b>M2</b>	<b>max</b>	-291.7	49.5	-4.4	0.0	<b>13.1</b>	-114.9	39	4.4	INV_SLU
<b>M2</b>	<b>min</b>	-321.2	-57.3	4.9	-0.2	<b>-13.7</b>	98.1	29	4.4	INV_SLU
<b>T</b>	<b>max</b>	-258.5	0.3	3.9	<b>0.0</b>	8.0	-3.7	27	0.6	INV_SLU
<b>T</b>	<b>min</b>	-286.3	-13.2	2.8	<b>-0.2</b>	6.0	-16.7	27	0.6	INV_SLU
<b>V3</b>	<b>max</b>	-302.1	-1.2	<b>5.9</b>	0.0	8.5	-7.0	29	0.6	INV_SLU
<b>V3</b>	<b>min</b>	-340.3	46.5	<b>-5.5</b>	-0.2	-7.5	51.6	39	0.6	INV_SLU
<b>V2</b>	<b>max</b>	-306.5	<b>55.7</b>	-4.4	0.0	-5.3	64.9	39	0.6	INV_SLU
<b>V2</b>	<b>min</b>	-321.2	<b>-57.3</b>	4.9	-0.2	-13.7	98.1	29	4.4	INV_SLU
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-239.2</b>	-42.3	2.1	0.0	-1.8	101.5	28	4.4	INV_SLU
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-341.0</b>	46.4	4.0	-0.2	4.8	51.3	38	0.6	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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>71 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	71 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	71 di 130								

		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>	-215.1	-35.8	4.4	0.0	-9.1	<b>86.2</b>	29	4.4	INV_SLR
<b>M3</b>	<b>min</b>	-240.5	30.6	-4.1	-0.2	8.5	<b>-97.6</b>	39	4.4	INV_SLR
<b>M2</b>	<b>max</b>	-217.9	35.7	-3.4	0.0	<b>9.9</b>	-84.0	39	4.4	INV_SLR
<b>M2</b>	<b>min</b>	-237.6	-40.9	3.7	-0.2	<b>-10.4</b>	72.8	29	4.4	INV_SLR
<b>T</b>	<b>max</b>	-194.1	-2.2	2.7	<b>0.0</b>	5.7	-5.0	27	0.6	INV_SLR
<b>T</b>	<b>min</b>	-212.6	-11.2	2.0	<b>-0.2</b>	4.3	-13.7	27	0.6	INV_SLR
<b>V3</b>	<b>max</b>	-226.4	-3.5	<b>4.4</b>	0.0	6.3	-7.4	29	0.6	INV_SLR
<b>V3</b>	<b>min</b>	-251.8	33.7	<b>-4.1</b>	-0.2	-5.6	37.3	39	0.6	INV_SLR
<b>V2</b>	<b>max</b>	-229.2	<b>39.8</b>	-3.4	0.0	-4.1	46.1	39	0.6	INV_SLR
<b>V2</b>	<b>min</b>	-237.6	<b>-40.9</b>	3.7	-0.2	-10.4	72.8	29	4.4	INV_SLR
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-179.1</b>	-30.6	1.4	0.0	-1.2	74.3	28	4.4	INV_SLR
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-252.4</b>	33.6	3.2	-0.2	3.9	37.0	38	0.6	INV_SLR

		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	0.0	0.0	1.1	0.0	<b>132.7</b>	15	3.2	INV_SLF
<b>M3</b>	<b>min</b>	0.0	120.6	0.0	-1.4	0.0	<b>-69.9</b>	9	6.1	INV_SLF
<b>M2</b>	<b>max</b>	-110.6	-4.1	-24.6	0.1	<b>69.0</b>	10.3	26	4.4	INV_SLF
<b>M2</b>	<b>min</b>	-115.0	-4.6	23.4	0.0	<b>-69.9</b>	9.8	35	4.4	INV_SLF
<b>T</b>	<b>max</b>	0.0	-75.9	0.0	<b>47.4</b>	0.1	4.9	23	0.2	INV_SLF
<b>T</b>	<b>min</b>	0.0	-83.3	0.0	<b>-45.8</b>	0.0	-9.5	6	0.2	INV_SLF
<b>V3</b>	<b>max</b>	-122.0	-4.2	<b>27.6</b>	0.1	33.6	-6.1	35	0.6	INV_SLF
<b>V3</b>	<b>min</b>	-126.3	-4.5	<b>-28.6</b>	0.0	-34.2	-6.6	26	0.6	INV_SLF
<b>V2</b>	<b>max</b>	0.0	<b>126.9</b>	0.0	1.1	0.0	-44.5	9	6.1	INV_SLF
<b>V2</b>	<b>min</b>	0.0	<b>-129.3</b>	0.0	-0.1	0.0	-68.1	15	0.2	INV_SLF
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>0.0</b>	7.7	0.0	-3.5	0.0	88.5	4	3.1	INV_SLF
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-198.9</b>	-24.5	3.3	0.0	4.1	-23.8	29	0.6	INV_SLF

  	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>72 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	72 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	72 di 130								

		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>	-178.0	-20.8	-3.4	0.0	8.6	<b>56.8</b>	30	4.4	INV_SLQ
<b>M3</b>	<b>min</b>	-178.0	20.8	-3.4	0.0	8.6	<b>-56.8</b>	39	4.4	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>max</b>	-178.0	-20.8	-3.4	0.0	<b>8.6</b>	56.8	30	4.4	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>min</b>	-178.7	-20.7	3.7	0.0	<b>-9.1</b>	56.6	29	4.4	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>max</b>	-164.9	-17.9	1.1	<b>0.0</b>	2.5	-19.5	27	0.6	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>min</b>	-164.9	-17.9	1.1	<b>0.0</b>	2.5	-19.5	27	0.6	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>max</b>	-190.1	-20.7	<b>3.7</b>	0.0	5.0	-21.3	29	0.6	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>min</b>	-189.3	-20.8	<b>-3.4</b>	0.0	-4.2	-21.8	30	0.6	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>max</b>	-189.3	<b>20.8</b>	-3.4	0.0	-4.2	21.8	39	0.6	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>min</b>	-189.3	<b>-20.8</b>	-3.4	0.0	-4.2	-21.8	30	0.6	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-148.7</b>	-18.4	0.4	0.0	-0.5	50.3	28	4.4	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-190.1</b>	-20.7	3.7	0.0	5.0	-21.3	29	0.6	INV_SLQ

#### Pilastrini di spigolo

		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>	-74.2	35.3	13.6	2.3	46.9	<b>150.5</b>	32	4.4	SLV2
<b>M3</b>	<b>min</b>	-153.9	-35.3	-25.8	-2.3	-18.5	<b>-150.5</b>	41	4.4	SLV2
<b>M2</b>	<b>max</b>	-74.0	7.9	20.1	2.3	<b>136.8</b>	32.2	26	4.4	SLV2
<b>M2</b>	<b>min</b>	-146.6	-16.5	-20.1	-2.3	<b>-136.8</b>	-12.1	35	4.4	SLV2
<b>T</b>	<b>max</b>	-85.3	7.9	20.1	<b>2.3</b>	69.0	17.7	26	0.6	SLV2
<b>T</b>	<b>min</b>	-157.9	-16.5	-69.9	<b>-2.3</b>	-127.0	-30.2	26	0.6	SLV2
<b>V3</b>	<b>max</b>	-85.3	7.9	<b>69.9</b>	2.3	127.0	17.7	35	0.6	SLV2
<b>V3</b>	<b>min</b>	-157.9	-16.5	<b>-69.9</b>	-2.3	-127.0	-30.2	26	0.6	SLV2
<b>V2</b>	<b>max</b>	-85.6	<b>76.2</b>	13.6	2.3	32.8	137.3	41	0.6	SLV2
<b>V2</b>	<b>min</b>	-165.2	<b>-76.2</b>	-25.8	-2.3	-50.4	-137.3	32	0.6	SLV2
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-72.5</b>	-3.7	34.7	0.7	81.5	82.6	32	4.4	SLV1
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-208.1</b>	39.5	-9.7	-0.2	-15.0	49.0	41	0.6	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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>73 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	73 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	73 di 130								

		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>	-129.2	-22.0	-6.4	0.0	16.3	<b>66.1</b>	32	4.4	INV_SLR
<b>M3</b>	<b>min</b>	-144.1	27.7	-7.3	-0.2	14.8	<b>-81.0</b>	41	4.4	INV_SLR
<b>M2</b>	<b>max</b>	-123.7	-5.0	-26.5	0.0	<b>75.3</b>	12.2	26	4.4	INV_SLR
<b>M2</b>	<b>min</b>	-140.3	-4.8	37.1	-0.2	<b>-99.2</b>	9.9	35	4.4	INV_SLR
<b>T</b>	<b>max</b>	-135.0	-5.0	-11.5	<b>0.0</b>	-6.4	-7.6	26	0.6	INV_SLR
<b>T</b>	<b>min</b>	-144.8	-5.5	-19.0	<b>-0.2</b>	-16.8	-8.5	26	0.6	INV_SLR
<b>V3</b>	<b>max</b>	-142.2	-4.2	<b>43.3</b>	0.0	60.4	-6.1	35	0.6	INV_SLR
<b>V3</b>	<b>min</b>	-133.5	-5.5	<b>-29.8</b>	-0.2	65.4	11.3	26	4.4	INV_SLR
<b>V2</b>	<b>max</b>	-145.3	<b>34.8</b>	-6.4	0.0	-9.5	46.1	41	0.6	INV_SLR
<b>V2</b>	<b>min</b>	-139.5	<b>-25.2</b>	-7.3	-0.2	14.8	55.6	32	4.4	INV_SLR
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-123.7</b>	-5.0	-26.5	0.0	75.3	12.2	26	4.4	INV_SLR
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-155.4</b>	29.0	-7.3	-0.2	-11.2	35.8	41	0.6	INV_SLR

		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>	-114.7	-20.2	-6.0	0.1	14.9	<b>56.8</b>	32	4.4	Combination
<b>M3</b>	<b>min</b>	-119.0	20.9	-6.3	0.0	13.7	<b>-57.8</b>	41	4.4	Combination
<b>M2</b>	<b>max</b>	-110.6	-4.1	-24.6	0.1	<b>69.0</b>	10.3	26	4.4	Combination
<b>M2</b>	<b>min</b>	-115.0	-4.6	23.4	0.0	<b>-69.9</b>	9.8	35	4.4	Combination
<b>T</b>	<b>max</b>	-121.9	-4.1	-21.9	<b>0.1</b>	-24.6	-5.8	26	0.6	Combination
<b>T</b>	<b>min</b>	-126.3	-4.5	-28.6	<b>0.0</b>	-34.2	-6.6	26	0.6	Combination
<b>V3</b>	<b>max</b>	-122.0	-4.2	<b>27.6</b>	0.1	33.6	-6.1	35	0.6	Combination
<b>V3</b>	<b>min</b>	-126.3	-4.5	<b>-28.6</b>	0.0	-34.2	-6.6	26	0.6	Combination
<b>V2</b>	<b>max</b>	-126.3	<b>22.8</b>	-5.8	0.1	-8.1	27.5	41	0.6	Combination
<b>V2</b>	<b>min</b>	-130.3	<b>-21.7</b>	-6.5	0.0	-9.6	-25.0	32	0.6	Combination
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-110.6</b>	-4.1	-24.6	0.1	69.0	10.3	26	4.4	Combination
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-130.3</b>	-21.7	-6.5	0.0	-9.6	-25.0	32	0.6	Combination

  	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>74 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	74 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	74 di 130								

		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>	-115.1	-20.7	-6.1	0.0	14.3	<b>54.2</b>	32	4.4	INV_SLQ
<b>M3</b>	<b>min</b>	-115.1	20.7	-6.1	0.0	14.3	<b>-54.2</b>	41	4.4	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>max</b>	-111.3	-4.3	-25.2	0.0	<b>65.9</b>	10.1	26	4.4	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>min</b>	-111.3	-4.3	25.2	0.0	<b>-65.9</b>	10.1	35	4.4	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>max</b>	-122.6	-4.3	-25.2	<b>0.0</b>	-29.3	-6.3	26	0.6	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>min</b>	-122.6	-4.3	-25.2	<b>0.0</b>	-29.3	-6.3	26	0.6	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>max</b>	-122.6	-4.3	<b>25.2</b>	0.0	29.3	-6.3	35	0.6	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>min</b>	-122.6	-4.3	<b>-25.2</b>	0.0	-29.3	-6.3	26	0.6	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>max</b>	-126.4	<b>20.7</b>	-6.1	0.0	-8.9	24.0	41	0.6	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>min</b>	-126.4	<b>-20.7</b>	-6.1	0.0	-8.9	-24.0	32	0.6	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-111.3</b>	-4.3	-25.2	0.0	65.9	10.1	26	4.4	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-126.4</b>	-20.7	-6.1	0.0	-8.9	-24.0	32	0.6	INV_SLQ

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

1) Lato corto:

- Armatura superiore 4  $\Phi$  24
- Armatura inferiore 4  $\Phi$  24

2) Lato lungo:

- Armatura superiore 2  $\Phi$  20
- Armatura inferiore 2  $\Phi$  20

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: Pilastro30x40**

(Percorso File: \\oceano\BPK\ESECUTIVO\LAVORO\MICHELA\EDIFICI\FV07\_verifiche\Pilastro30x40.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Posizione sezione nell'asta:

Stati Limite Ultimi

Sezione generica

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Zona sismica (CD'B')

In zona critica

	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>75 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	75 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	75 di 130								

#### 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	-15.00	0.00
2	-15.00	40.00
3	15.00	40.00
4	15.00	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	-9.00	6.00	24
2	-9.00	34.00	24
3	9.00	34.00	24
4	9.00	6.00	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.

   	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>76 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	76 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	76 di 130								

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	2	24
2	1	2	2	20
3	2	3	2	24
4	4	3	2	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	7424	4694	15048	1358	3528
2	15389	-1845	-15048	-2579	-3528
3	7399	13682	3217	2007	790
4	14662	-13682	-1212	-2007	-1653
5	8532	6900	1770	2007	790
6	15794	-12696	-3024	-6987	-1653
7	8531	12696	1770	6987	790
8	15794	-12696	-3024	-6987	-1653
9	8556	3282	13726	1358	7622
10	16522	-5039	-13726	-2579	-7622
11	7246	8146	8263	3466	-374
12	20808	-1503	4900	-968	3946
13	28740	11827	-1184	-4973	590
14	32562	-13536	1109	4175	-547
15	29174	-11488	1311	4951	-435
16	32119	9811	-1374	-5729	485
17	25848	-365	804	28	390
18	28628	-1673	595	-1321	281
19	30212	-696	851	-117	590
20	34034	5161	-753	4646	-547
21	30646	6493	-535	5568	-435
22	32119	9811	-1374	-5729	485
23	23924	10155	-176	-4235	207
24	34100	5132	481	4639	400

**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	12925	1627	6605
2	14412	1485	-8097
3	12370	7529	1216
4	14034	-9921	991
5	13503	-636	-757
6	14478	-1681	-846
7	14220	6038	-611
8	13346	6543	1129
9	14535	-948	4615
10	13950	1477	5565

   	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>77 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	77 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	77 di 130								

11	12370	7529	1216
12	15544	-1119	3583
13	21512	8623	-910
14	24050	-9764	854
15	21792	-8399	988
16	23765	7279	-1037
17	19405	-499	569
18	21259	-1370	430
19	22644	-743	634
20	25182	3726	-558
21	22924	4614	-412
22	23765	7279	-1037
23	17906	7426	-124
24	25236	3700	386

**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	11469	1489	5683
2	11896	1373	-5781
3	11056	6896	1032
4	11503	-6986	983
5	12189	-2459	-580
6	12635	-3416	-659
7	12197	3356	-606
8	12635	-3416	-659
9	12627	-814	2749
10	13029	-959	-2499
11	11056	6896	1032
12	13029	-959	-2499
13	0	13272	0
14	0	-6986	-4
15	11056	1032	6896
16	11503	983	-6986
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.

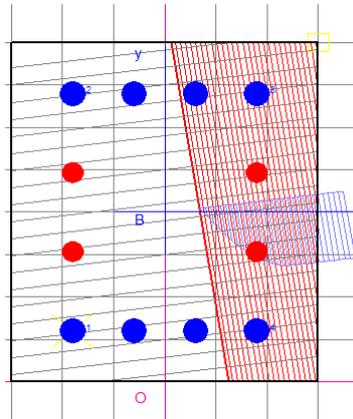
N. Comb.	N	Mx	My
1	11509	1431	5424
2	11509	1431	-5424
3	11129	6585	1007
4	11129	-6585	1007
5	12261	-2928	-632
6	12261	-2928	-632
7	12261	2928	-632

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>78 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	78 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	78 di 130								

8	12261	-2928	-632
9	12641	-886	2399
10	12641	-886	-2399
11	11129	6585	1007
12	12641	-886	-2399
13	17798	5680	860
14	17798	-5680	860
15	17798	5680	860
16	17875	5663	-907
17	16495	-1948	253
18	16495	-1948	253
19	19007	-2134	496
20	18930	-2183	-422
21	18930	2183	-422
22	18930	-2183	-422
23	14871	5031	-53
24	19007	-2134	496

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.6 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 3.8 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	7424	4694	15048	7411	4837	15616	1.037
2	S	15389	-1845	-15048	15392	-2048	-16658	1.107
3	S	7399	13682	3217	7414	23033	5530	1.685
4	S	14662	-13682	-1212	14685	-26289	-2330	1.921
5	S	8532	6900	1770	8530	22790	5777	3.301
6	S	15794	-12696	-3024	15768	-23330	-5668	1.840
7	S	8531	12696	1770	8524	24880	3565	1.961
8	S	15794	-12696	-3024	15768	-23330	-5668	1.840
9	S	8556	3282	13726	8549	3807	15947	1.162
10	S	16522	-5039	-13726	16540	-5824	-15684	1.144
11	S	7246	8146	8263	7264	12338	12415	1.508
12	S	20808	-1503	4900	20836	-4925	16054	3.277

## 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

FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	79 di 130

13	S	28740	11827	-1184	28744	26883	-2826	2.274
14	S	32562	-13536	1109	32573	-27518	2281	2.033
15	S	29174	-11488	1311	29178	-26797	2941	2.331
16	S	32119	9811	-1374	32135	26167	-3776	2.669
17	S	25848	-365	804	25829	-7042	15381	19.154
18	S	28628	-1673	595	28640	-21251	7454	12.681
19	S	30212	-696	851	30191	-11092	13476	15.869
20	S	34034	5161	-753	34047	26164	-3831	5.070
21	S	30646	6493	-535	30658	27417	-2303	4.223
22	S	32119	9811	-1374	32135	26167	-3776	2.669
23	S	23924	10155	-176	23951	28242	-490	2.781
24	S	34100	5132	481	34089	27351	2538	5.329

## 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	-0.00022	15.0	40.0	0.00183	9.0	34.0	-0.00352	-9.0	6.0
2	0.00350	-0.00025	-15.0	0.0	0.00178	-9.0	6.0	-0.00354	9.0	34.0
3	0.00350	-0.00011	15.0	40.0	0.00210	9.0	34.0	-0.00352	-9.0	6.0
4	0.00350	-0.00042	-15.0	0.0	0.00206	-9.0	6.0	-0.00420	9.0	34.0
5	0.00350	-0.00008	15.0	40.0	0.00210	9.0	34.0	-0.00346	-9.0	6.0
6	0.00350	0.00000	-15.0	0.0	0.00214	-9.0	6.0	-0.00331	9.0	34.0
7	0.00350	-0.00034	15.0	40.0	0.00206	9.0	34.0	-0.00401	-9.0	6.0
8	0.00350	0.00000	-15.0	0.0	0.00214	-9.0	6.0	-0.00331	9.0	34.0
9	0.00350	-0.00026	15.0	40.0	0.00180	9.0	34.0	-0.00357	-9.0	6.0
10	0.00350	-0.00005	-15.0	0.0	0.00192	-9.0	6.0	-0.00321	9.0	34.0
11	0.00350	-0.00002	15.0	40.0	0.00201	9.0	34.0	-0.00322	-9.0	6.0
12	0.00350	-0.00004	15.0	0.0	0.00192	9.0	6.0	-0.00318	-9.0	34.0
13	0.00350	-0.00009	-15.0	40.0	0.00217	-9.0	34.0	-0.00354	9.0	6.0
14	0.00350	-0.00010	15.0	0.0	0.00217	9.0	6.0	-0.00358	-9.0	34.0
15	0.00350	-0.00006	15.0	0.0	0.00217	9.0	6.0	-0.00349	-9.0	34.0
16	0.00350	0.00009	-15.0	40.0	0.00221	-9.0	34.0	-0.00316	9.0	6.0
17	0.00350	0.00008	15.0	0.0	0.00200	9.0	6.0	-0.00297	-9.0	34.0
18	0.00350	0.00019	15.0	0.0	0.00219	9.0	6.0	-0.00291	-9.0	34.0
19	0.00350	0.00019	15.0	0.0	0.00208	9.0	6.0	-0.00281	-9.0	34.0
20	0.00350	0.00012	-15.0	40.0	0.00222	-9.0	34.0	-0.00311	9.0	6.0
21	0.00350	-0.00013	-15.0	40.0	0.00216	-9.0	34.0	-0.00363	9.0	6.0
22	0.00350	0.00009	-15.0	40.0	0.00221	-9.0	34.0	-0.00316	9.0	6.0
23	0.00350	-0.00064	-15.0	40.0	0.00203	-9.0	34.0	-0.00468	9.0	6.0
24	0.00350	-0.00004	15.0	40.0	0.00219	9.0	34.0	-0.00345	-9.0	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,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	0.000243700	0.000034443	-0.001533218		
2	-0.000272607	-0.000014541	-0.000589105		
3	0.000093075	0.000140724	-0.003525081		

## 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 – PROGETTO ESECUTIVO

## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	80 di 130

4	-0.000048221	-0.000192527	0.002776687
5	0.000095090	0.000137666	-0.003432977
6	-0.000090653	-0.000136193	0.002140201
7	0.000067873	0.000172885	-0.004433503
8	-0.000090653	-0.000136193	0.002140201
9	0.000255834	0.000027492	-0.001437186
10	-0.000223508	-0.000039552	0.000147377
11	0.000174195	0.000074712	-0.002101390
12	0.000230348	-0.000033733	0.000044774
13	-0.000051972	0.000170319	-0.004092330
14	0.000043239	-0.000177614	0.002851415
15	0.000053699	-0.000167658	0.002694508
16	-0.000065727	0.000149558	-0.003468220
17	0.000205649	-0.000045018	0.000415264
18	0.000104003	-0.000115149	0.001939952
19	0.000173049	-0.000063514	0.000904263
20	-0.000065967	0.000147785	-0.003400931
21	-0.000043661	0.000179025	-0.004315937
22	-0.000065727	0.000149558	-0.003468220
23	-0.000013123	0.000231419	-0.005953621
24	0.000047321	0.000170922	-0.004046691

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

Diametro staffe:	10 mm	
Passo staffe:	10.0 cm	[Passo massimo di normativa = 15.0]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	15.7 cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima normativa = 9.1]

## 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	3684	23852	32394	23.4	39.8	21.80°	1.039	1.8
2	S	3661	25363	31742	23.0	41.5	21.80°	1.081	1.8
3	S	2109	23137	35437	25.6	35.3	21.80°	1.039	0.9
4	S	2348	24614	41904	30.3	30.6	21.80°	1.077	0.9
5	S	2100	23275	35201	25.5	35.6	21.80°	1.045	0.9
6	S	6733	24119	35400	25.6	35.4	21.80°	1.083	3.0
7	S	6793	23080	40850	29.5	30.4	21.80°	1.045	2.6
8	S	6733	24119	35400	25.6	35.4	21.80°	1.083	3.0
9	S	7724	24228	31833	23.0	40.9	21.80°	1.045	3.8
10	S	7955	25060	31947	23.1	40.6	21.80°	1.087	3.9
11	S	1022	23302	31154	22.5	40.5	21.80°	1.038	0.5
12	S	4044	25485	32330	23.4	39.9	21.80°	1.109	2.0
13	S	4928	26456	39995	28.9	32.3	21.80°	1.151	1.9
14	S	4186	27729	40924	29.6	32.5	21.80°	1.171	1.6
15	S	4848	26475	39550	28.6	32.6	21.80°	1.153	1.9
16	S	5440	26723	38173	27.6	33.7	21.80°	1.169	2.2
17	S	375	26085	31072	22.5	41.5	21.80°	1.136	0.2
18	S	1169	25906	32232	23.3	39.3	21.80°	1.150	0.6
19	S	594	26185	30306	21.9	41.9	21.80°	1.159	0.3
20	S	4465	26950	38046	27.5	33.8	21.80°	1.179	1.8

  	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>81 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	81 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	81 di 130								

21	S	5512	27488	40905	29.6	32.5	21.80°	1.161	2.1
22	S	5440	26723	38173	27.6	33.7	21.80°	1.169	2.2
23	S	4240	27262	45058	32.6	30.2	21.80°	1.126	1.5
24	S	4577	27167	40883	29.6	31.7	21.80°	1.179	1.8

**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,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
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,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
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	130.7	15.0	40.0	-1717	-9.0	6.0	307	130	0.125	0.166
2	S	154.3	-15.0	40.0	-2075	9.0	6.0	320	131	0.125	0.211
3	S	97.9	15.0	40.0	-1268	-9.0	6.0	257	131	0.125	0.112
4	S	117.1	15.0	0.0	-1606	-9.0	34.0	292	127	0.125	0.150
5	S	21.3	0.0	0.0	-38	9.0	34.0	0	0	0.125	0.000
6	S	33.3	0.0	0.0	-174	9.0	34.0	90	132	0.125	0.008
7	S	72.9	-15.0	40.0	-862	9.0	6.0	269	126	0.125	0.053
8	S	87.0	15.0	40.0	-1061	-9.0	6.0	242	129	0.125	0.084
9	S	90.2	15.0	0.0	-1055	-9.0	34.0	297	129	0.125	0.082
10	S	111.8	15.0	40.0	-1392	-9.0	6.0	287	136	0.125	0.132
11	S	97.9	15.0	40.0	-1268	-9.0	6.0	257	131	0.125	0.112
12	S	74.7	15.0	0.0	-773	-9.0	34.0	210	138	0.125	0.047
13	S	105.2	-15.0	40.0	-1214	9.0	6.0	264	126	0.125	0.103
14	S	115.8	15.0	0.0	-1349	-9.0	34.0	273	126	0.125	0.120
15	S	104.5	15.0	0.0	-1183	-9.0	34.0	256	125	0.125	0.099
16	S	94.9	-15.0	40.0	-960	9.0	6.0	227	128	0.125	0.074
17	S	20.3	15.0	0.0	53	-9.0	34.0	0	0	0.125	0.000
18	S	26.3	15.0	0.0	11	-9.0	34.0	0	0	0.125	0.000
19	S	24.6	15.0	0.0	52	-9.0	34.0	0	0	0.125	0.000
20	S	51.9	-15.0	40.0	-262	9.0	6.0	123	140	0.125	0.013
21	S	57.8	-15.0	40.0	-420	9.0	6.0	207	126	0.125	0.018
22	S	94.9	-15.0	40.0	-960	9.0	6.0	227	128	0.125	0.074
23	S	78.4	-15.0	40.0	-944	9.0	6.0	310	129	0.125	0.065
24	S	49.0	15.0	40.0	-231	-9.0	6.0	129	142	0.125	0.011

**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	113.5	15.0	40.0	-1481	-9.0	6.0	303	130	0.125	0.150
2	S	113.9	-15.0	40.0	-1484	9.0	6.0	307	130	0.125	0.150
3	S	88.1	15.0	40.0	-1152	-9.0	6.0	263	131	0.125	0.112
4	S	88.2	15.0	0.0	-1149	-9.0	34.0	267	126	0.125	0.107
5	S	36.7	0.0	0.0	-285	9.0	34.0	148	128	0.125	0.012
6	S	47.8	0.0	0.0	-452	9.0	34.0	191	133	0.125	0.021
7	S	46.2	-15.0	40.0	-441	9.0	6.0	197	134	0.125	0.020
8	S	47.8	0.0	0.0	-452	9.0	34.0	191	133	0.125	0.021
9	S	57.0	15.0	0.0	-573	-9.0	34.0	209	138	0.125	0.039
10	S	54.3	0.0	0.0	-514	9.0	34.0	196	136	0.125	0.031
11	S	88.1	15.0	40.0	-1152	-9.0	6.0	263	131	0.125	0.112
12	S	54.3	0.0	0.0	-514	9.0	34.0	196	136	0.125	0.031
13	S	124.5	15.0	40.0	-2299	-3.0	6.0	375	133	0.125	0.248
14	S	65.6	0.0	0.0	-1211	9.0	34.0	375	133	0.125	0.116
15	S	128.6	15.0	40.0	-1766	-9.0	6.0	328	131	0.125	0.185
16	S	129.6	-15.0	40.0	-1774	9.0	6.0	328	132	0.125	0.186

   	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>82 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	82 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	82 di 130								

17	S	47.6	-15.0	40.0	-199	9.0	6.0	112	138	0.125	0.009
18	S	40.2	15.0	40.0	-77	-9.0	6.0	0	0	0.125	0.000
19	S	53.3	15.0	40.0	-260	-9.0	6.0	99	134	0.125	0.012
20	S	48.2	0.0	0.0	-171	9.0	34.0	0	0	0.125	0.000
21	S	53.3	15.0	40.0	-260	-9.0	6.0	99	134	0.125	0.012
22	S	45.3	15.0	0.0	-149	-9.0	34.0	0	0	0.125	0.000
23	S	86.1	15.0	40.0	-939	-9.0	6.0	289	127	0.125	0.084
24	S	45.3	15.0	0.0	-149	-9.0	34.0	0	0	0.125	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	108.5	15.0	40.0	-1402	-9.0	6.0	301	130	0.125	0.140
2	S	108.5	-15.0	40.0	-1402	9.0	6.0	301	130	0.125	0.140
3	S	84.7	15.0	40.0	-1092	-9.0	6.0	260	131	0.125	0.105
4	S	84.7	15.0	0.0	-1092	-9.0	34.0	260	131	0.125	0.105
5	S	42.4	0.0	0.0	-372	9.0	34.0	171	131	0.125	0.017
6	S	42.4	0.0	0.0	-372	9.0	34.0	171	131	0.125	0.017
7	S	42.4	-15.0	40.0	-372	9.0	6.0	171	131	0.125	0.017
8	S	42.4	0.0	0.0	-372	9.0	34.0	171	131	0.125	0.017
9	S	51.7	15.0	0.0	-486	-9.0	34.0	196	136	0.125	0.026
10	S	51.7	0.0	0.0	-486	9.0	34.0	196	136	0.125	0.026
11	S	84.7	15.0	40.0	-1092	-9.0	6.0	260	131	0.125	0.105
12	S	51.7	0.0	0.0	-486	9.0	34.0	196	136	0.125	0.026
13	S	74.8	15.0	40.0	-773	-9.0	6.0	226	128	0.125	0.065
14	S	74.8	15.0	0.0	-773	-9.0	34.0	226	128	0.125	0.065
15	S	74.8	15.0	40.0	-773	-9.0	6.0	226	128	0.125	0.065
16	S	75.4	-15.0	40.0	-777	9.0	6.0	221	127	0.125	0.065
17	S	27.4	15.0	0.0	-82	-9.0	34.0	0	0	0.125	0.000
18	S	27.4	15.0	0.0	-82	-9.0	34.0	0	0	0.125	0.000
19	S	33.5	15.0	0.0	-110	-9.0	34.0	0	0	0.125	0.000
20	S	32.8	0.0	0.0	-106	9.0	34.0	0	0	0.125	0.000
21	S	32.8	-15.0	40.0	-106	9.0	6.0	0	0	0.125	0.000
22	S	32.8	0.0	0.0	-106	9.0	34.0	0	0	0.125	0.000
23	S	53.4	-15.0	40.0	-582	9.0	6.0	299	128	0.125	0.034
24	S	33.5	15.0	0.0	-110	-9.0	34.0	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 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";

$M_{C,Rd}^s = M_{C,Rd}^i = 226.8$  kNm lungo l'asse forte

$M_{C,Rd}^s = M_{C,Rd}^i = 197.611$  kNm lungo l'asse debole

$l_p = 3.85$  m

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.

   	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>83 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	83 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	83 di 130								

**asse forte**

Base	0.30	m
Altezza	0.40	m
L <sub>p</sub>	3.85	m
M <sub>C,Rd</sub> <sup>(sup)</sup>	226.8	kNm
M <sub>C,Rd</sub> <sup>(inf)</sup>	226.8	kNm
Y <sub>Rd</sub>	1.10	[-]
V <sub>2 (output)</sub> =	69.9	kN
V <sub>Ed</sub> =	129.62	kN

**asse debole**

Base	0.40	m
Altezza	0.30	m
L <sub>p</sub>	3.85	m
M <sub>C,Rd</sub> <sup>(sup)</sup>	197.6	kNm
M <sub>C,Rd</sub> <sup>(inf)</sup>	197.6	kNm
Y <sub>Rd</sub>	1.10	[-]
V <sub>2 (output)</sub> =	129.3	kN
V <sub>Ed</sub> =	112.92	kN

**Asse forte**

<b>Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>		<b>[4.1.2.1.3.2]</b>
<p>La resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> 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 <sub>yd</sub> = 391.3 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		γ <sub>s</sub> = 1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		θ = 45 ° 0.79 rad
Area dell'armatura trasversale		A <sub>sw</sub> = 314.16 mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s = 100 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		α = 90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		f'_{cd} = 8.23 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		α <sub>c</sub> = 1
		V <sub>Rsd</sub> = 265.53 kN
		V <sub>Rcd</sub> = 355.57 kN
		V <sub>Rd</sub> = 265.53 kN
<b>Verifica:</b>	V <sub>Rd</sub> > V <sub>Ed</sub>	<b>VERIFICATA</b>

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>84 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	84 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	84 di 130								

Asse debole

<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>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>
		$V_{Rsd}$ 376.17 kN
		$V_{Rcd}$ 377.80 kN
		$V_{Rd}$ 376.17 kN
<b>Verifica:</b>	$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

Si adotteranno 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.

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>85 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	85 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	85 di 130								

### 8.5.3 Verifica a torsione

- Asse forte

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

<u>Calcestruzzo</u>		<u>Staffe Trasversali</u>		<u>Armatura Longitudinale</u>	
B (m)	0.4	B (m)	0.4	B (m)	0.4
H (m)	0.3	H (m)	0.3	H (m)	0.3
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.12	A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.12	A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4	u (m)	1.4	u (m)	1.4
t (m)	0.09	t (m)	0.09	t (m)	0.09
A (m <sup>2</sup> )	0.07	A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0002	u <sub>m</sub> (m)	1.06
f <sub>cd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	8230.8	A (m <sup>2</sup> )	0.07	ΣA <sub>l</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0035
cotgθ (-)	1.49	s <sub>(prog.)</sub> (m)	0.1	A (m <sup>2</sup> )	0.07
a <sub>1</sub>	0.0035	f <sub>vd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300	f <sub>vd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
a <sub>s</sub>	0.002	cotgθ (-)	1.49	cotgθ (-)	1.49
<b>T<sub>Rcd</sub> (kNm)</b>	<b>56.85</b>	<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>123.21</b>	<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>116.55</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

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

$$T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.004$$

$$V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.344$$

$$= 0.347$$

La verifica risulta soddisfatta

- Asse debole

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

<u>Calcestruzzo</u>		<u>Staffe Trasversali</u>		<u>Armatura Longitudinale</u>	
B (m)	0.3	B (m)	0.3	B (m)	0.3
H (m)	0.4	H (m)	0.4	H (m)	0.4
A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.12	A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.12	A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4	u (m)	1.4	u (m)	1.4
t (m)	0.09	t (m)	0.09	t (m)	0.09
A (m <sup>2</sup> )	0.07	A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0002	u <sub>m</sub> (m)	1.06
f <sub>cd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	8230.8	A (m <sup>2</sup> )	0.07	ΣA <sub>l</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0035
cotgθ (-)	1.49	s <sub>(prog.)</sub> (m)	0.1	A (m <sup>2</sup> )	0.07
a <sub>1</sub>	0.0035	f <sub>vd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300	f <sub>vd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
a <sub>s</sub>	0.002	cotgθ (-)	1.49	cotgθ (-)	1.49
<b>T<sub>Rcd</sub> (kNm)</b>	<b>56.85</b>	<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>123.21</b>	<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>116.55</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

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

$$T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.004$$

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>86 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	86 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	86 di 130								

$$V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.344$$

$$= 0.347 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

### 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  $8 \quad \emptyset \quad 24 \text{ mm}$   
 $4 \quad \emptyset \quad 20 \text{ mm}$

$$A_s = 4873.28 \text{ mm}^2$$

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

$$\rho = A_s / (bh) = 3.99\% \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

- 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:

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

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

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

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>87 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	87 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	87 di 130								

Nel caso specifico risulta:

$f_{cd} = 15.87$  MPa      valore medio della resistenza a trazione assiale  
 $f_{yk} = 450$  MPa      resistenza caratteristica a trazione dell'armatura  
 $b_{st} = 240$  mm      larghezza media della zona tesa

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

1.05 >

0.68 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:

$$n_{st} = 2$$

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

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

$$b_c = 300 \text{ mm} - 400 \text{ mm}$$

$$b_w = 400 \text{ mm} - 300 \text{ mm}$$

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

$$b_j = 300 \text{ mm}$$

$$A_s = 78.50 \text{ mm}^2$$

$$n_s = 4$$

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

$$i = 100 \text{ mm}$$

$$b_j = 300 \text{ mm}$$

l'area della sezione trasversale della barra della singola staffa orizzontale  
numero di bracci

interasse

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>88 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	88 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	88 di 130								

0.01 > 0.0031 La verifica risulta soddisfatta

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:

$$\begin{aligned} A_{s,min} &= 4873.28 \text{ mm}^2 \\ N_{ed} &= 341.00 \text{ kN} \\ f_{yd} &= 391.30 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$A_{s,min} = (0.10 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}}) = 87.14 \text{ mm}^2 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

$$0.003 Ac = 360 \text{ mm}^2 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>89 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	89 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	89 di 130								

## 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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>90 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	90 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	90 di 130								

## 9 FONDAZIONI LOCALI TECNICI

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	3.6	0.3	25.8	0.6	<b>223.8</b>	15	1.2	SLV2
<b>M3</b>	<b>min</b>	0.0	-213.6	-0.3	-25.8	-0.9	<b>-319.2</b>	15	0.2	SLV2
<b>M2</b>	<b>max</b>	0.0	-57.8	0.6	144.7	<b>1.2</b>	47.0	1	0.2	SLV2
<b>M2</b>	<b>min</b>	0.0	-98.2	-0.6	-67.7	<b>-1.2</b>	-40.2	1	0.2	SLV2
<b>T</b>	<b>max</b>	0.0	-50.2	0.6	<b>171.3</b>	1.2	75.3	23	0.2	SLV2
<b>T</b>	<b>min</b>	0.0	-109.4	-0.6	<b>-171.3</b>	-1.0	-47.1	6	0.2	SLV2
<b>V3</b>	<b>max</b>	0.0	-57.8	<b>0.6</b>	144.7	1.2	47.0	1	0.2	SLV2
<b>V3</b>	<b>min</b>	0.0	-98.2	<b>-0.6</b>	-67.7	-1.2	-40.2	1	0.2	SLV2
<b>V2</b>	<b>max</b>	0.0	<b>213.6</b>	0.3	25.8	0.9	206.4	15	6.2	SLV2
<b>V2</b>	<b>min</b>	0.0	<b>-213.6</b>	-0.3	-25.8	-0.9	-319.2	15	0.2	SLV2
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>0.0</b>	-112.3	0.0	48.9	0.0	-5.6	1	0.2	INV_SLU
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>0.0</b>	-112.3	0.0	48.9	0.0	-5.6	1	0.2	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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>91 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	91 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	91 di 130								

		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	0.0	0.0	1.1	0.0	<b>132.7</b>	15	3.2	INV_SLF
<b>M3</b>	<b>min</b>	0.0	120.6	0.0	-1.4	0.0	<b>-69.9</b>	9	6.1	INV_SLF
<b>M2</b>	<b>max</b>	0.0	-77.4	0.0	45.4	<b>0.1</b>	5.0	1	0.2	INV_SLF
<b>M2</b>	<b>min</b>	0.0	77.4	0.0	-45.1	<b>-0.1</b>	1.7	18	3.9	INV_SLF
<b>T</b>	<b>max</b>	0.0	-75.9	0.0	<b>47.4</b>	0.1	4.9	23	0.2	INV_SLF
<b>T</b>	<b>min</b>	0.0	-83.3	0.0	<b>-45.8</b>	0.0	-9.5	6	0.2	INV_SLF
<b>V3</b>	<b>max</b>	0.0	-77.4	<b>0.0</b>	45.4	0.1	5.0	1	0.2	INV_SLF
<b>V3</b>	<b>min</b>	0.0	-79.4	<b>0.0</b>	32.4	0.0	1.9	1	0.2	INV_SLF
<b>V2</b>	<b>max</b>	0.0	<b>126.9</b>	0.0	1.1	0.0	-44.5	9	6.1	INV_SLF
<b>V2</b>	<b>min</b>	0.0	<b>-129.3</b>	0.0	-0.1	0.0	-68.1	15	0.2	INV_SLF
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>0.0</b>	-77.4	0.0	45.4	0.1	5.0	1	0.2	INV_SLF
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>0.0</b>	-77.4	0.0	45.4	0.1	5.0	1	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
<b>M3</b>	<b>max</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>131.1</b>	15	3.2	INV_SLQ
<b>M3</b>	<b>min</b>	0.0	-114.0	0.0	-6.3	0.0	<b>-66.9</b>	4	0.2	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>max</b>	0.0	-78.2	0.0	39.6	<b>0.0</b>	3.4	1	0.2	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>min</b>	0.0	78.2	0.0	-39.6	<b>0.0</b>	3.4	18	3.9	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>max</b>	0.0	-76.2	0.0	<b>41.4</b>	0.0	3.7	23	0.2	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>min</b>	0.0	-83.4	0.0	<b>-41.4</b>	0.0	-9.9	6	0.2	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>max</b>	0.0	-78.2	<b>0.0</b>	39.6	0.0	3.4	1	0.2	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>min</b>	0.0	-126.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	-58.0	15	0.2	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>max</b>	0.0	<b>126.0</b>	0.0	0.0	0.0	-58.0	15	6.2	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>min</b>	0.0	<b>-126.0</b>	0.0	0.0	0.0	-58.0	15	0.2	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>0.0</b>	-78.2	0.0	39.6	0.0	3.4	1	0.2	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>0.0</b>	-78.2	0.0	39.6	0.0	3.4	1	0.2	INV_SLQ

  	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>92 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	92 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	92 di 130								

		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	12.1	0.0	6.5	0.0	<b>119.5</b>	15	3.7	INV_SLR
<b>M3</b>	<b>min</b>	0.0	-146.1	0.0	-8.8	-0.1	<b>-136.5</b>	9	0.2	INV_SLR
<b>M2</b>	<b>max</b>	0.0	80.2	0.0	-69.4	<b>0.1</b>	11.6	18	3.9	INV_SLR
<b>M2</b>	<b>min</b>	0.0	-87.6	0.0	14.3	<b>-0.1</b>	-6.1	1	0.2	INV_SLR
<b>T</b>	<b>max</b>	0.0	-76.7	0.0	<b>86.1</b>	0.0	9.5	23	0.2	INV_SLR
<b>T</b>	<b>min</b>	0.0	-78.0	0.0	<b>-81.5</b>	-0.1	10.1	18	0.2	INV_SLR
<b>V3</b>	<b>max</b>	0.0	-85.3	<b>0.0</b>	37.7	0.0	-3.2	1	0.2	INV_SLR
<b>V3</b>	<b>min</b>	0.0	-87.6	<b>0.0</b>	14.3	-0.1	-6.1	1	0.2	INV_SLR
<b>V2</b>	<b>max</b>	0.0	<b>117.1</b>	0.0	6.5	0.1	-17.3	15	6.2	INV_SLR
<b>V2</b>	<b>min</b>	0.0	<b>-146.1</b>	0.0	-8.8	-0.1	-136.5	9	0.2	INV_SLR
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>0.0</b>	-85.3	0.0	37.7	0.0	-3.2	1	0.2	INV_SLR
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>0.0</b>	-85.3	0.0	37.7	0.0	-3.2	1	0.2	INV_SLR

### 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.

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

NOME SEZIONE: **Trave\_fondazione**

(Percorso File: \\oceanobpk\ESECUTIVO\LAVORO\MICHELA\EDIFICI\FV07\_verifiche\Trave\_fondazione.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 non sismica
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/cm²
Resis. compr. ridotta fcd' :          70.80 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 :        0.0020
Def.unit. ultima ecu :                0.0035
Diagramma tensione-deformaz. :       Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec :          314750 daN/cm²
Coeff. di Poisson :                   0.20
Resis. media a trazione fctm :        26.00 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. :               15.0
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
Sc Limite :                            150.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite :                    Non prevista

```

   	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>93 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	93 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	93 di 130								

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.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 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: 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	100.00
5	35.00	100.00
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	93.40	20
5	28.40	93.40	20
6	28.40	43.40	20
7	68.40	43.40	20
8	68.40	6.60	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

  	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>94 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	94 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	94 di 130								

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	24622	68	392	34
2	0	-35109	-103	-23501	-34
3	0	5169	131	-6356	67
4	0	-4418	-131	-10805	-67
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.

N. Comb.	N	Mx	My
1	0	11951	1
2	0	-13649	-6
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	13272	0
2	0	-6986	-4
3	0	-5015	0
4	0	-5510	0

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>95 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	95 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	95 di 130								

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

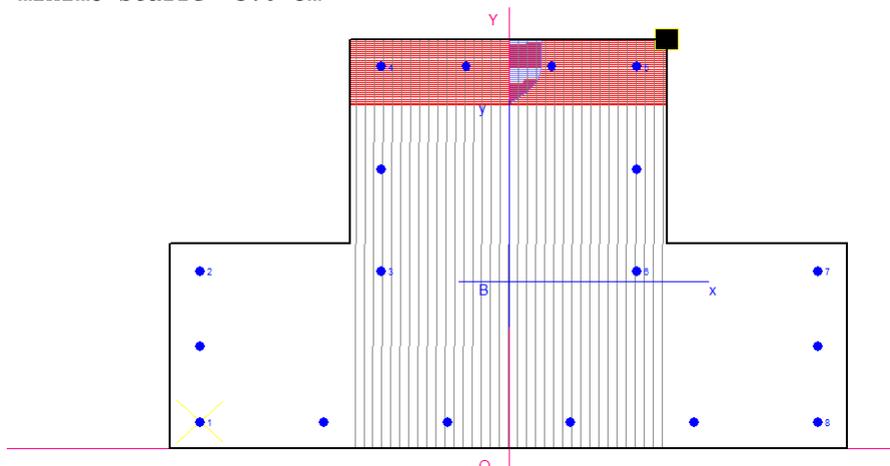
**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

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	13112	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: 3.6 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)

	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>96 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	96 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	96 di 130								

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	24622	68	0	114786	6	4.662
2	S	0	-35109	-103	0	-90097	-178	2.566
3	S	0	5169	131	0	113984	2519	22.050
4	S	0	-4418	-131	0	-89914	-2814	20.353
5	S	0	8543	0	0	114657	0	13.421
6	S	0	-6620	0	0	-90059	0	13.604
7	S	0	8543	0	0	114657	0	13.421
8	S	0	-2343	-33	0	-90122	-1241	38.464
9	S	0	39040	0	0	114657	0	2.937
10	S	0	-56578	0	0	-90059	0	1.592
11	S	0	-1687	-13	0	-90179	-579	53.455
12	S	0	-1687	-13	0	-90179	-579	53.455

**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	-0.00600	35.0	100.0	0.00204	28.4	93.4	-0.01721	-68.4	6.6
2	0.00350	-0.01565	-75.0	0.0	0.00055	-68.4	6.6	-0.03824	28.4	93.4
3	0.00350	-0.00524	35.0	100.0	0.00216	28.4	93.4	-0.01554	-68.4	6.6
4	0.00350	-0.01522	-75.0	0.0	0.00062	-68.4	6.6	-0.03730	28.4	93.4
5	0.00350	-0.00598	-35.0	100.0	0.00204	-28.4	93.4	-0.01716	-68.4	6.6
6	0.00350	-0.01569	-75.0	0.0	0.00055	-68.4	6.6	-0.03831	-28.4	93.4
7	0.00350	-0.00598	-35.0	100.0	0.00204	-28.4	93.4	-0.01716	-68.4	6.6
8	0.00350	-0.01550	-75.0	0.0	0.00057	-68.4	6.6	-0.03791	28.4	93.4
9	0.00350	-0.00598	-35.0	100.0	0.00204	-28.4	93.4	-0.01716	-68.4	6.6
10	0.00350	-0.01569	-75.0	0.0	0.00055	-68.4	6.6	-0.03831	-28.4	93.4
11	0.00350	-0.01558	-75.0	0.0	0.00056	-68.4	6.6	-0.03807	28.4	93.4
12	0.00350	-0.01558	-75.0	0.0	0.00056	-68.4	6.6	-0.03807	28.4	93.4

**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	0.000000611	0.000221106	-0.018631939	0.169	0.700
2	-0.000000214	-0.000446655	0.003483942	0.084	0.700
3	0.000008741	0.000194231	-0.016229036	0.184	0.700
4	-0.000001152	-0.000435526	0.003413613	0.086	0.700
5	0.000000000	0.000221162	-0.018616153	0.169	0.700
6	0.000000000	-0.000447689	0.003500000	0.084	0.700
7	0.000000000	0.000221162	-0.018616153	0.169	0.700
8	-0.000000802	-0.000442464	0.003439878	0.085	0.700
9	0.000000000	0.000221162	-0.018616153	0.169	0.700
10	0.000000000	-0.000447689	0.003500000	0.084	0.700
11	-0.000000698	-0.000444350	0.003447681	0.084	0.700

	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>97 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	97 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	97 di 130								

12      -0.000000698    -0.000444350    0.003447681                    0.084                    0.700

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

Diametro staffe:                    20 mm  
Passo staffe:                    23.0 cm                    [Passo massimo di normativa = 27.9]  
N.Bracci staffe:                    2  
Area staffe/m :                    27.3 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] = 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	392	143788	224643	93.4	70.1	21.80°	1.000	0.0
2	S	23501	219979	160505	66.7	150.0	21.80°	1.000	4.0
3	S	6347	143047	224886	93.5	69.6	21.80°	1.000	0.8
4	S	10805	220138	160505	66.7	150.1	21.80°	1.000	1.8
5	S	6572	143656	224642	93.4	70.0	21.80°	1.000	0.8
6	S	13533	219944	160505	66.7	150.0	21.80°	1.000	2.3
7	S	6572	143656	224642	93.4	70.0	21.80°	1.000	0.8
8	S	15184	220077	160505	66.7	150.1	21.80°	1.000	2.6
9	S	29754	143656	224642	93.4	70.0	21.80°	1.000	3.6
10	S	29754	219944	160505	66.7	150.0	21.80°	1.000	5.1
11	S	14741	220059	160505	66.7	150.1	21.80°	1.000	2.5
12	S	14741	220059	160505	66.7	150.1	21.80°	1.000	2.5

**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,0)  
Yc max                Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)  
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,0)  
Yf min                Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)  
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	7.7	35.0	100.0	-67	-68.4	6.6	0	0		0.000
2	S	6.1	0.0	0.0	-116	28.4	93.4	0	0		0.000
3	S	3.4	0.0	0.0	-64	9.5	93.4	0	0		0.000
4	S	3.5	0.0	0.0	-67	9.5	93.4	0	0		0.000
5	S	3.3	0.0	0.0	-63	9.5	93.4	0	0		0.000
6	S	3.9	0.0	0.0	-74	9.5	93.4	0	0		0.000
7	S	3.4	0.0	0.0	-64	9.5	93.4	0	0		0.000
8	S	3.9	0.0	0.0	-74	9.5	93.4	0	0		0.000
9	S	2.9	0.0	0.0	-56	9.5	93.4	0	0		0.000
10	S	3.8	0.0	0.0	-73	9.5	93.4	0	0		0.000
11	S	3.4	0.0	0.0	-64	9.5	93.4	0	0		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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>98 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	98 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	98 di 130								

12      S      3.4      0.0      0.0      -64      9.5      93.4      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.
1	S	8.5	-35.0	100.0	-75	-68.4	6.6	0	0		0.000
2	S	3.1	0.0	0.0	-60	28.4	93.4	0	0		0.000
3	S	2.2	0.0	0.0	-43	9.5	93.4	0	0		0.000
4	S	2.5	0.0	0.0	-47	9.5	93.4	0	0		0.000
5	S	2.3	0.0	0.0	-44	9.5	93.4	0	0		0.000
6	S	2.4	0.0	0.0	-47	9.5	93.4	0	0		0.000
7	S	2.2	0.0	0.0	-43	9.5	93.4	0	0		0.000
8	S	2.5	0.0	0.0	-47	9.5	93.4	0	0		0.000
9	S	2.2	0.0	0.0	-43	9.5	93.4	0	0		0.000
10	S	2.4	0.0	0.0	-47	9.5	93.4	0	0		0.000
11	S	2.2	0.0	0.0	-43	9.5	93.4	0	0		0.000
12	S	2.2	0.0	0.0	-43	9.5	93.4	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	8.4	35.0	100.0	-74	-68.4	6.6	0	0		0.000
2	S	2.3	0.0	0.0	-43	9.5	93.4	0	0		0.000
3	S	2.3	0.0	0.0	-43	9.5	93.4	0	0		0.000
4	S	2.3	0.0	0.0	-43	9.5	93.4	0	0		0.000
5	S	2.3	0.0	0.0	-43	28.4	93.4	0	0		0.000
6	S	2.3	0.0	0.0	-43	9.5	93.4	0	0		0.000
7	S	2.3	0.0	0.0	-43	9.5	93.4	0	0		0.000
8	S	2.3	0.0	0.0	-43	9.5	93.4	0	0		0.000
9	S	2.3	0.0	0.0	-43	28.4	93.4	0	0		0.000
10	S	2.3	0.0	0.0	-43	28.4	93.4	0	0		0.000
11	S	2.3	0.0	0.0	-43	9.5	93.4	0	0		0.000
12	S	2.3	0.0	0.0	-43	9.5	93.4	0	0		0.000

## 9.1.2 VERIFICA A TAGLIO

Si procede alla verifica di resistenza considerando il massimo valore del taglio massimo:

$$V_{Ed} = 1,1 V_{sis} = 1,1 * 213.6 = 234.96 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{slu} = 213.6 \text{ kN}$$

Per le verifiche a taglio si è considerato, a vantaggio di sicurezza, la sola parte di sezione rettangolare di dimensione 70 x 50 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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>99 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	99 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	99 di 130								

### 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</b> N/mm <sup>2</sup>
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</b> mm <sup>2</sup>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		$s$	<b>200</b> mm
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>
		$V_{Rsd}$	623.11 kN
		$V_{Rcd}$	977.82 kN
		$V_{Rd}$	623.11 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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>100 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	100 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	100 di 130								

## 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:

$N_{sd} = P = -270.5 \text{ kN}$

$F = \pm 0.4 N_{sd} a_{max}/g = \pm 0,6 \times 270.5 \times 0,385 = \pm \mathbf{62.49 \text{ kN} = F}$

**$F = \pm 62.49 \text{ kN} < N_{Rd}(+) = n_b \times A_s \times f_{yk} / \gamma_M = 6 \times 113,04 \times 450/1,15 = +265,398 \text{ kN}$**

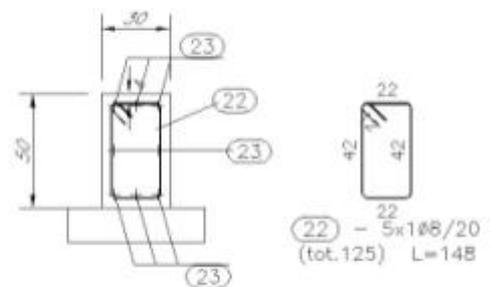
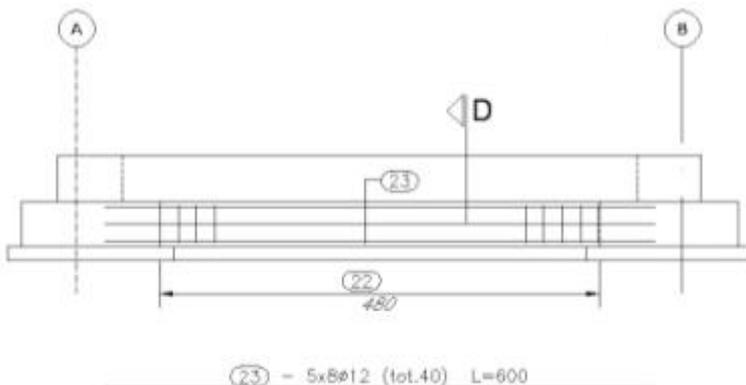
Dove:

$n_b$  = 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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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;">FA0720 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">101 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	101 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	101 di 130								

### 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 341.4 kN ottenuto in combinazione sismica.

Il valore ottenuto va amplificato per 1.1 e diviso per l'interasse tra i pilastri, pari a 4.20 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 ( $e_B = M_B/N$ )

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

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

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

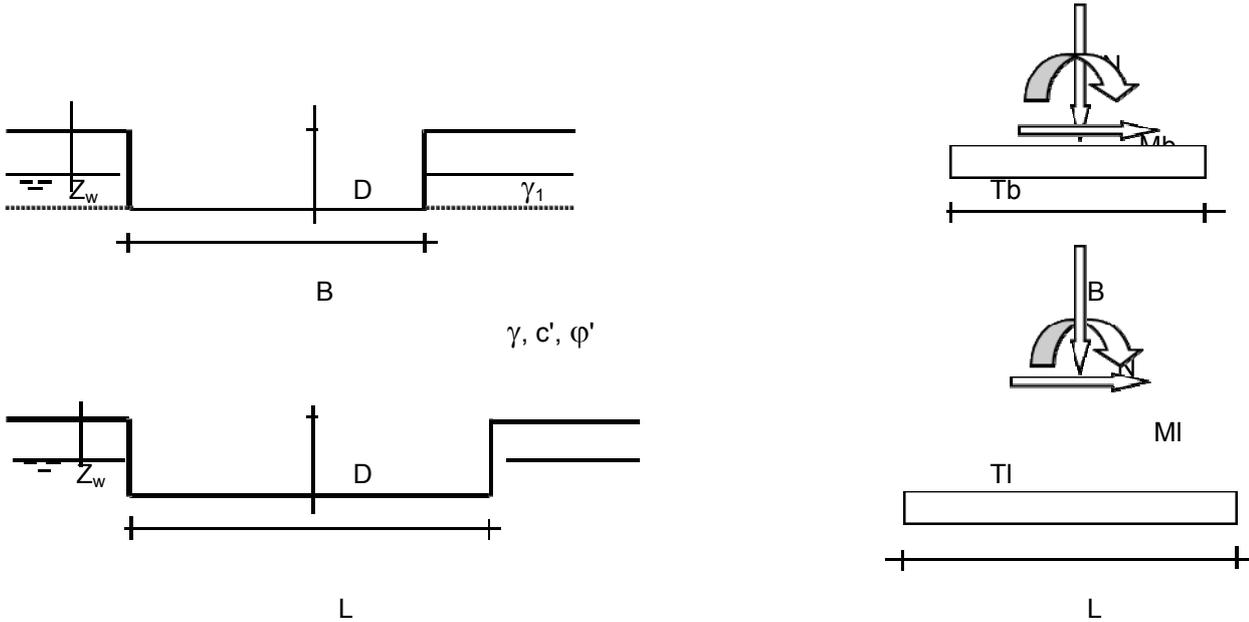
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo		coefficienti parziali					
		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanententi	temporanee 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  
FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	102 di 130

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



(Per fondazione nastriforme  $L = 100$  m)

$B = 1.50$  (m)  
 $L = 1.00$  (m)  
 $D = 1.45$  (m)



**AZIONI**

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	89.41	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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>103 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	103 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	103 di 130								

*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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>104 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	104 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	104 di 130								

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0.73$$

$i_c, i_q, i_\gamma$  : **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  
nastriiforme e  $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$  in  
tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

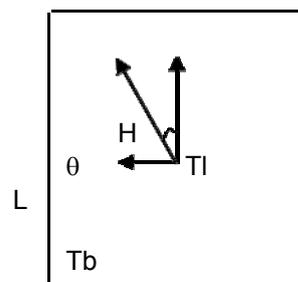
$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$



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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>105 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	105 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	105 di 130								

$$b_q = 1.00$$

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

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

**$g_c, g_q, g_\gamma$  : fattori di inclinazione piano di campagna**

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

$$g_q = 1.00$$

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

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = 503.41 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

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

$$q = 59.61 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Verifica di sicurezza capacità portante**

$$q_{lim} / \gamma_R = 218.87 \geq q = 59.61 \quad (\text{kN/m}^2)$$

## 10 VERIFICHE STRUTTURALI STAZIONE DI POMPAGGIO

Essendo la sovrastruttura del tutto analoga a quella dei locali tecnici, si rimanda ai capitoli precedenti per le verifiche di travi e pilastri, mentre per il solaio si eseguono delle verifiche integrative in quanto c'è un tratto asbalzo che i locali tecnici non prevedono.

Di seguito si riportano le verifiche relative al solaio in copertura ed agli elementi contro terra.

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>106 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	106 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	106 di 130								

## 10.1 SOLAIO DI COPERTURA

Il solaio si considera come una trave semplicemente appoggiata, con campata di luce pari a  $L = 3.0$  m e un tratto a sbalzo di luce 1.10 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).

Si considera agente il peso proprio dell'intero solaio e il carico della neve. Lo schema è quello di trave semplicemente appoggiata per il dimensionamento della sezione in campata e di trave doppiamente incastrata per le sezioni di appoggio.

Carichi Permanenti:	$G = [(3.00 + 2,6) \cdot 1.2] = 6,72$ kN/m
Carico Neve:	$Q_N = 2,84 \times 1,20 = 3,41$ kN/m
Carico Totale SLU:	$1,3 G + 1,5 Q_N = 13,85$ kN/m
Carico Totale SLE rara:	$G + Q_N = 10,13$ kN/m
Carico Totale SLE frequente:	$G + 0,2 \times Q_N = 7,40$ kN/m
Carico Totale SLE quasi permanente:	$G + 0,0 \times Q_N = 6,72$ kN/m

### Sollecitazioni SLU

$$M_{\max} \text{ (in campata)} = [13.85 / (2 \times 3.0) \cdot (3^2 - 1.1^2)] \cdot 3.0 / 2 - 13.85 \times (3.0/2)^2 / 2 = 11.39 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} \text{ (in appoggio)} = 13.85 / (3.0 \cdot 2) \times (3.0 + 1.1)^2 - 13.85 \times 1.1 = 23.57 \text{ kN}$$

$$M_{\min} \text{ (in appoggio)} = -[13.85 \times (1.1)^2] / 2 = 8.38 \text{ kNm}$$

$$M_{\max, \text{tr}} \text{ (in campata)} = 11.39 / 3 = 3.8 \text{ kNm}$$

$$T_{\max, \text{tr}} \text{ (in appoggio)} = 23.57 / 3 = 7.86 \text{ kN}$$

$$M_{\min, \text{tr}} \text{ (in appoggio)} = 8.38 / 3 = 2.80 \text{ kNm}$$

### Sollecitazioni SLE rara

$$M_{\max, \text{tr}} \text{ (in campata)} = 2.78 \text{ kNm}$$

$$T_{\max, \text{tr}} \text{ (in appoggio)} = 5.74 \text{ kN}$$

$$M_{\min, \text{tr}} \text{ (in appoggio)} = 2.04 \text{ kNm}$$

### Sollecitazioni SLE frequente

$$M_{\max, \text{tr}} \text{ (in campata)} = 2.03 \text{ kNm}$$

$$T_{\max, \text{tr}} \text{ (in appoggio)} = 4.19 \text{ kN}$$

$$M_{\min, \text{tr}} \text{ (in appoggio)} = 1.49 \text{ kNm}$$

### Sollecitazioni SLE quasi permanente

$$M_{\max, \text{tr}} \text{ (in campata)} = 1.84 \text{ kNm}$$

$$T_{\max, \text{tr}} \text{ (in appoggio)} = 3.81 \text{ kNm}$$

$$M_{\min, \text{tr}} \text{ (in appoggio)} = 1.36 \text{ kN}$$

Di seguito si riportano la verifiche del singolo travetto. La verifica a flessione è stata condotta mediante il software RecSEC, per la sezione di appoggio e quella di campata, allo SLU ed agli SLE.

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>107 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	107 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	107 di 130								

Si disporranno 2 Ø 14 all'intradosso e 3 Ø 14 all'estradosso.

### Verifica a flessione

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

NOME SEZIONE: Travetto16+4

(Percorso File: D:\Commesse\BPK-Cancello-Frasso\EDIFICI\FV05\_verifiche\Travetto16+4.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: Poco aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertza  
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica  
Posizione sezione nell'asta: Non 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 : 0.400 mm  
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 126.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.300 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: C28/35

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-7.00	0.00
2	-7.00	16.00
3	-27.00	16.00
4	-27.00	20.00
5	27.00	20.00
6	27.00	16.00
7	7.00	16.00
8	7.00	0.00

## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

## FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	108 di 130

## 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	-3.00	4.00	14
2	-23.00	18.00	14
3	23.00	18.00	14
4	3.00	4.00	14



## 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	2	3	1	14

## 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	380	0	10	0
2	0	-280	0	10	0

## 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	278	0
2	0	-204	0

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

   	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>109 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	109 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	109 di 130								

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	203	0
2	0	-149	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	187	0
2	0	-136	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 1.3 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.6 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 0.5 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  $\geq 1.000$

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	380	0	0	1935	0	5.093
2	S	0	-280	0	0	-2720	0	9.714

#### 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	-0.01193	-27.0	20.0	-0.00010	-23.0	18.0	-0.02531	-3.0	4.0
2	0.00350	-0.00144	-7.0	0.0	0.00120	-3.0	4.0	-0.00687	23.0	18.0

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

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,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)

   	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>110 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	110 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	110 di 130								

C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.001800494	-0.032509888	0.121	0.700
2	0.000000000	-0.000576240	0.003500000	0.337	0.862

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

Diametro staffe: 8 mm  
 Passo staffe: 12.0 cm [Passo massimo di normativa = 12.8]  
 N.Bracci staffe: 2  
 Area staffe/m : 8.4 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima normativa = 2.1]

**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	10	5513	11801	16.0	14.0	21.80°	1.000	0.0
2	S	10	5513	11801	16.0	14.0	21.80°	1.000	0.0

**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,0)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)  
 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,0)  
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)  
 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	9.3	-27.0	20.0	-171	-3.0	4.0	0	0	0	0.000
2	S	12.1	0.0	0.0	-74	23.0	18.0	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.
1	S	6.8	27.0	20.0	-125	-3.0	4.0	0	0	0	0.000
2	S	8.9	0.0	0.0	-54	0.0	18.0	0	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	6.3	27.0	20.0	-115	-3.0	4.0	0	0	0	0.000
2	S	8.1	0.0	0.0	-49	23.0	18.0	0	0	0	0.000

**Verifica di SLU a taglio**

La verifica a taglio si effettua considerando la larghezza effettiva del travetto centrale  $b_w=14\text{cm}$ .

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>111 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	111 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	111 di 130								

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad (4.1.13)$$

dove  $V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (4.1.14)$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

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

e dove

$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

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

$h$	200,000	mm		
$b_w$	140,000	mm		
$c$	50,000	mm		
$d$	150,000	mm		
$A_{sl}$	307,720	mm <sup>2</sup>		
I strato d'armatura				
$A_s$	153,860	mm <sup>2</sup>		
$\phi$	14,000	mm		
$n$	2,000			
$f_{ck}$	28,000	N/mm <sup>2</sup>		
$f_{ctm}$	2,766		$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3}$	
$f_{ctk}$	1,936	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$	
$\gamma_c$	1,500			
$\rho_l$	0,016			
$k$	2,000			
$v_{min}$	0,524			
$V_{Rd}$	17,81	kN >	$V_{Ed}$	7,86 kN

La verifica risulta soddisfatta

In particolare, in corrispondenza degli appoggi, le armature longitudinali devono assorbire uno sforzo pari al taglio sull'appoggio.

$$V_{Ed} = 7.86 \text{ kN} < T = A_s f_{yd} = 2 \cdot 3,14 \cdot 72 \cdot 450 / 1,15 = 120'412 \text{ N} = 120,41 \text{ kN}.$$

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>112 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	112 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	112 di 130								

## 10.2 PARETI LATERALI SPESSORE 40 CM

Le pareti laterali sono armate con barre verticali ed orizzontali  $\phi 16/20$  sia internamente che esternamente.

SLU	M11	M22	V13	V23
	KN-m/m	KN-m/m	KN/m	KN/m
max	23.30	35.86	53.09	63.65
min	-44.49	-85.69	-70.28	-113.20

INV_SLR	M11	M22
	KN-m/m	KN-m/m
max	23.90	27.86
min	-40.65	-65.15

INV_SLF	M11	M22
	KN-m/m	KN-m/m
max	10.17	18.92
min	-16.68	-40.44

INV_SLQ	M11	M22
	KN-m/m	KN-m/m
max	9.32	20.56
min	-16.48	-33.80

### 10.2.1 VERIFICA A FLESSIONE

Si riportano di seguito le verifiche valide sia per la sollecitazione M22 (armatura verticale) che M11 (armatura orizzontale) trascurando il contributo dello sforzo assiale di compressione.

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

**NOME SEZIONE:** Parete40

**(Percorso File: D:\Commesse\BPK-Cancello-Frasso\EDIFICI\FV05\_verifiche\Parete40.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 non sismica
Posizione sezione nell'asta:	In zona critica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CONGLOMERATO - Classe: C25/30

	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>113 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	113 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	113 di 130								

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	-50.00	0.00
2	-50.00	40.00
3	50.00	40.00
4	50.00	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	-44.80	5.20	16
2	-44.80	34.80	16
3	44.80	34.80	16
4	44.80	5.20	16

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

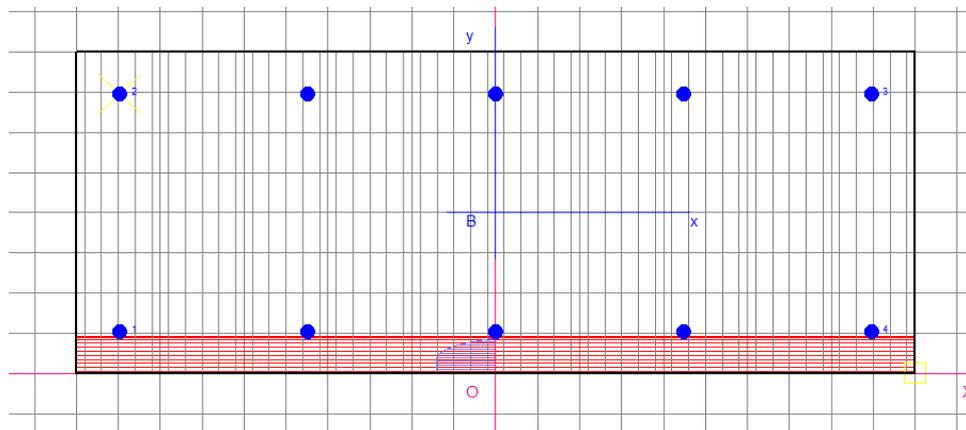
N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.  
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.  
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.  
 Diam. Diametro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

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	16
2	2	3	3	16

## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	114 di 130



## 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	-8600	0	0	0
2	0	3600	0	0	0

## 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	-6600	0
2	0	2700	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	-4000	0
2	0	1892	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	-3400	0
2	0	3000	0

   	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>115 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	115 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	115 di 130								

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.4 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.8 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 2.4 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  $\geq 1.000$

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	-8600	0	0	-13935	0	1.620
2	S	0	3600	0	0	13935	0	3.871

#### 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	-0.00978	50.0	0.0	-0.00053	44.8	5.2	-0.02346	-44.8	34.8
2	0.00350	-0.00978	50.0	40.0	-0.00053	44.8	34.8	-0.02346	-44.8	5.2

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

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,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	-0.000774722	0.003500000	0.130	0.700
2	0.000000000	0.000774722	-0.027488868	0.130	0.700

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

Diametro staffe: 20 mm  
 Passo staffe: 14.0 cm [Passo massimo di normativa = 27.8]  
 N.Bracci staffe: 2  
 Area staffe/m : 44.9 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima normativa = 15.0]

#### 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.

   	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>116 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	116 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	116 di 130								

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	0	76464	137507	34.8	100.0	21.80°	1.000	0.0
2	S	0	76464	137507	34.8	100.0	21.80°	1.000	0.0

#### 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,0)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)  
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,0)  
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)  
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	22.0	50.0	0.0	-244	-44.8	34.8	0	0		0.000
2	S	9.0	50.0	40.0	-100	-44.8	5.2	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.
1	S	13.3	50.0	0.0	-148	-44.8	34.8	0	0		0.000
2	S	6.3	50.0	40.0	-70	-44.8	5.2	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	11.3	50.0	0.0	-126	-44.8	34.8	0	0		0.000
2	S	10.0	50.0	40.0	-111	-44.8	5.2	0	0		0.000

## 10.2.2 VERIFICA A TAGLIO

Il taglio resistente di una sezione in c.a. di spessore 40 cm per cui non risulta necessario considerare anche l'armatura di confinamento è pari a 140.22 kN. Il taglio massimo calcolato con il modello di calcolo è pari a 113.2 kN, le verifiche risultano pertanto soddisfatte.

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>117 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	117 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	117 di 130								

### Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

[4.1.2.1.3.1]

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

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

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

Sollecitazioni Agenti:

$V_{Ed}$  **113.20** kN

$N_{Ed}$  **0** kN

Calcestruzzo

**C25/30**

$R_{ck}$  **30** N/mm<sup>2</sup>

$f_{ck}$  **24.9** N/mm<sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

$f_{cd}$  **14.11** N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

$\gamma_c$  **1.5**

Altezza sezione

$h$  **400** mm

Copriferro

$c$  **60** mm

Larghezza minima della sezione (in mm)

$b_w$  **1000** mm

Altezza utile della sezione (in mm)

$d$  **340** mm

Area Calcestruzzo

$A_c$  **400000** mm<sup>2</sup>

Armatura longitudinale

$A_{sl}$  **1004.8** mm<sup>2</sup>

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

$\rho_1$  **0.0030** ≤ 0.02 **ok**

Tensione media di compressione nella sezione

$\sigma_{cp}$  **0.0000** ≤ 0.2  $f_{cd}$  **ok**

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$k$  **1.77** ≤ 2 **ok**

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

$v_{\min}$  **0.26**

$V_{Rd}$  **140.22** kN

**Verifica:**

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

**VERIFICATA**

Come si vede dalle figure seguenti il taglio sollecitante sia in direzione V23 che V13 è inferiore al taglio resistente.

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>118 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	118 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	118 di 130								

## 10.3 SOLETTA SUPERIORE SPESSORE 35 CM

La soletta superiore è armata con una maglia quadra  $\phi 16/20$  sia internamente che esternamente.

SLU	M11	M22	V13	V23
	KN-m/m	KN-m/m	KN/m	KN/m
max	52.21	46.10	55.67	45.95
min	-25.73	-26.96	-55.33	-48.64

INV_SLR	M11	M22
	KN-m/m	KN-m/m
max	38.88	33.58
min	-18.97	-19.21

INV_SLF	M11	M22
	KN-m/m	KN-m/m
max	26.08	33.28
min	-18.19	-15.22

INV_SLQ	M11	M22
	KN-m/m	KN-m/m
max	22.55	29.97
min	-16.82	-13.76

### 10.3.1 VERIFICA A FLESSIONE

Si riportano di seguito le verifiche valide sia per la sollecitazione M22 che M11 M11 in quanto è stato considerato il braccio interno minimo e le sollecitazioni massime.

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

**NOME SEZIONE: Soletta35**

(Percorso File: D:\Commesse\BPK-Cancello-Frasso\EDIFICI\FV05\_verifiche\Soletta35.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 non sismica
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/cm²

```

## 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

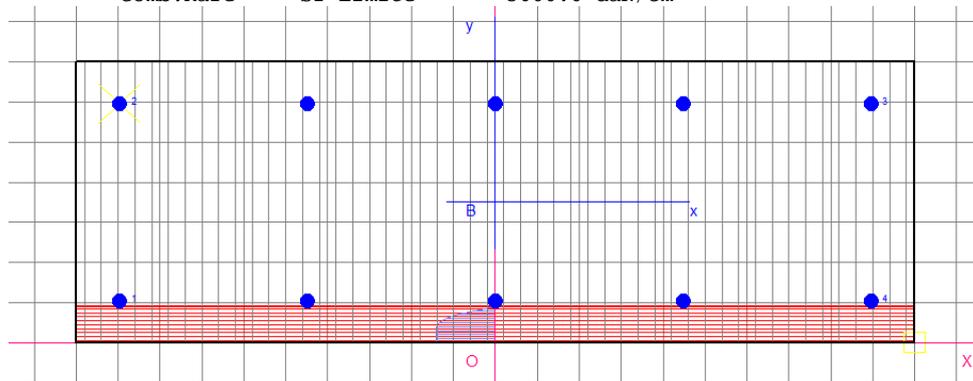
FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	119 di 130

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	-50.00	0.00
2	-50.00	35.00
3	50.00	35.00
4	50.00	0.00

## DATI BARE 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	-44.80	5.20	16
2	-44.80	29.80	16
3	44.80	29.80	16
4	44.80	5.20	16

  	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>120 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	120 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	120 di 130								

**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	16
2	2	3	3	16

**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	-2700	0	0	0
2	0	5200	0	0	0

**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	-2000	0
2	0	3900	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	-1900	0
2	0	3400	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	-1700	0
2	0	3000	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.4 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.8 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 2.4 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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>121 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	121 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	121 di 130								

**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	0	-2700	0	0	-11784	0	4.364
2	S	0	5200	0	0	11784	0	2.266

**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	-0.00815	50.0	0.0	-0.00054	44.8	5.2	-0.01965	-44.8	29.8
2	0.00350	-0.00815	50.0	35.0	-0.00054	44.8	29.8	-0.01965	-44.8	5.2

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

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,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	-0.000776796	0.003500000	0.151	0.700
2	0.000000000	0.000776796	-0.023687868	0.151	0.700

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

Diametro staffe: 20 mm  
Passo staffe: 14.0 cm [Passo massimo di normativa = 23.8]  
N.Bracci staffe: 2  
Area staffe/m : 44.9 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima normativa = 15.0]

**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]

   	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>122 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	122 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	122 di 130								

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	0	65478	117750	29.8	100.0	21.80°	1.000	0.0
2	S	0	65478	117750	29.8	100.0	21.80°	1.000	0.0

**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,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
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,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
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	8.7	50.0	0.0	-92	-44.8	29.8	0	0		0.000
2	S	16.9	50.0	35.0	-179	-44.8	5.2	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.
1	S	8.3	50.0	0.0	-87	-44.8	29.8	0	0		0.000
2	S	14.8	50.0	35.0	-156	-44.8	5.2	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	7.4	50.0	0.0	-78	-44.8	29.8	0	0		0.000
2	S	13.0	50.0	35.0	-137	-44.8	5.2	0	0		0.000

### 10.3.2 VERIFICA A TAGLIO

Il taglio resistente di una sezione in c.a. di spessore 35 cm per cui non risulta necessario considerare anche l'armatura di confinamento è pari a 130.65 kN. Il taglio massimo calcolato con il modello di calcolo è pari a 56.0 kN, le verifiche risultano pertanto soddisfatte.

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>123 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	123 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	123 di 130								

### Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

[4.1.2.1.3.1]

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

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

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

Sollecitazioni Agenti:

$V_{Ed}$  56.00 kN

$N_{Ed}$  0 kN

Calcestruzzo

**C25/30**

$R_{ck}$  30 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ck}$  24.9 N/mm<sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

$f_{cd}$  14.11 N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

$\gamma_c$  1.5

Altezza sezione

$h$  350 mm

Copriferro

$c$  60 mm

Larghezza minima della sezione (in mm)

$b_w$  1000 mm

Altezza utile della sezione (in mm)

$d$  290 mm

Area Calcestruzzo

$A_c$  350000 mm<sup>2</sup>

Armatura longitudinale

$A_{sl}$  1004.8 mm<sup>2</sup>

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

$\rho_1$  0.0035 ≤ 0.02 **ok**

Tensione media di compressione nella sezione

$\sigma_{cp}$  0.0000 ≤ 0.2  $f_{cd}$  **ok**

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$k$  1.83 ≤ 2 **ok**

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

$v_{\min}$  0.26

$V_{Rd}$  130.65 kN

**Verifica:**

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

**VERIFICATA**

## 10.4 SOLETTA INFERIORE SPESSORE 50 CM

La soletta inferiore è armata con una maglia quadra  $\phi 16/20$  sia internamente che esternamente.

SLU	M11	M22	V13	V23
	KN-m/m	KN-m/m	KN/m	KN/m

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>124 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	124 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	124 di 130								

max	44.45	59.64	92.12	134.31
min	-83.99	-64.62	-116.80	-83.43

INV_SLR	M11	M22
	KN-m/m	KN-m/m
max	33.50	45.23
min	-63.83	-48.98

INV_SLF	M11	M22
	KN-m/m	KN-m/m
max	38.41	47.57
min	-41.59	-48.88

INV_SLQ	M11	M22
	KN-m/m	KN-m/m
max	34.88	46.74
min	-35.30	-49.40

#### 10.4.1 VERIFICA A FLESSIONE

Si riportano di seguito le verifiche valide sia per la sollecitazione M22 che M11 in quanto è stato considerato il braccio interno minimo e le sollecitazioni massime.

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

**NOME SEZIONE:** Soletta50

**(Percorso File: D:\Commesse\BPK-Cancello-Frasso\EDIFICI\FV05\_verifiche\Soletta50.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'inertza
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
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>

## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

## FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	125 di 130

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

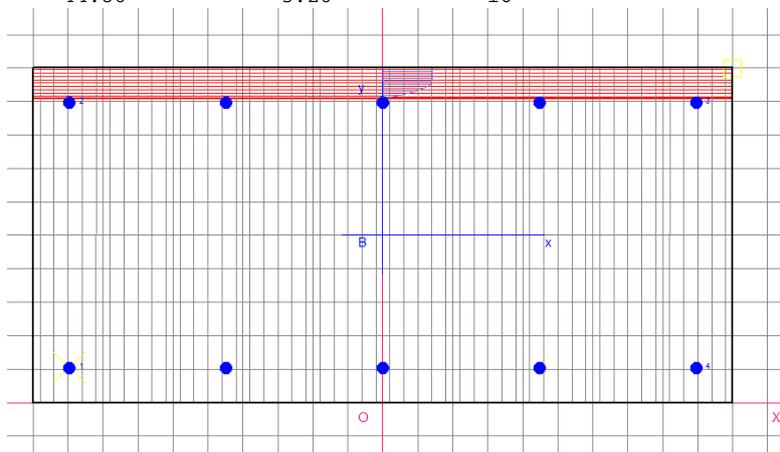
Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	50.00
3	50.00	50.00
4	50.00	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	-44.80	5.20	16
2	-44.80	44.80	16
3	44.80	44.80	16
4	44.80	5.20	16



## 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

   	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>126 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	126 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	126 di 130								

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	16
2	2	3	3	16

**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	0	0	0	0
2	0	-8400	0	0	0

**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	0	0
2	0	4500	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	0	0
2	0	-4900	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	4700	0
2	0	-5000	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.4 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.8 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 2.4 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

	<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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>127 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	127 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	127 di 130								

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	0	0	0	18341	7	999.000
2	S	0	-8400	0	0	-18332	0	2.182

**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	-0.01301	50.0	50.0	-0.00051	44.8	44.8	-0.03102	-44.8	5.2
2	0.00350	-0.01302	50.0	0.0	-0.00051	44.8	5.2	-0.03103	-44.8	44.8

**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	0.000000035	0.000770383	-0.035020897	0.101	0.700
2	0.000000000	-0.000770827	0.003500000	0.101	0.700

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

Diametro staffe: 20 mm  
 Passo staffe: 14.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0]  
 N.Bracci staffe: 2  
 Area staffe/m : 44.9 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima normativa = 15.0]

**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	0	98439	177020	44.8	100.0	21.80°	1.000	0.0
2	S	0	98436	177020	44.8	100.0	21.80°	1.000	0.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA 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>FA07- PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>128 di 130</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	128 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	128 di 130								

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	8.7	50.0	0.0	-92	-44.8	29.8	0	0		0.000
2	S	9.7	50.0	50.0	-115	-44.8	5.2	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.
1	S	8.3	50.0	0.0	-87	-44.8	29.8	0	0		0.000
2	S	10.6	50.0	0.0	-125	-44.8	44.8	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	10.1	50.0	50.0	-120	-44.8	5.2	0	0		0.000
2	S	10.8	50.0	0.0	-128	-44.8	44.8	0	0		0.000

## 10.4.2 VERIFICA A TAGLIO

Il taglio resistente di una sezione in c.a. di spessore 50 cm per cui non risulta necessario considerare anche l'armatura di confinamento è pari a 157.78 kN. Il taglio massimo calcolato con il modello di calcolo è pari a 135.0 kN, le verifiche risultano pertanto soddisfatte.

	<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>FA07– PGEF – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>129 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	129 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	129 di 130								

### Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

[4.1.2.1.3.1]

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

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

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

Sollecitazioni Agenti:

$V_{Ed}$  135.00 kN

$N_{Ed}$  0 kN

Calcestruzzo

**C25/30**

$R_{ck}$  30 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ck}$  24.9 N/mm<sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

$f_{cd}$  14.11 N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

$\gamma_c$  1.5

Altezza sezione

$h$  500 mm

Copriferro

$c$  60 mm

Larghezza minima della sezione (in mm)

$b_w$  1000 mm

Altezza utile della sezione (in mm)

$d$  440 mm

Area Calcestruzzo

$A_c$  500000 mm<sup>2</sup>

Armatura longitudinale

$A_{sl}$  1004.8 mm<sup>2</sup>

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

$\rho_1$  0.0023 ≤ 0.02 **ok**

Tensione media di compressione nella sezione

$\sigma_{cp}$  0.0000 ≤ 0.2  $f_{cd}$  **ok**

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$k$  1.67 ≤ 2 **ok**

$$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

$v_{\min}$  0.25

$V_{Rd}$  157.78 kN

**Verifica:**

$V_{Rd} > V_{Ed}$

**VERIFICATA**

	<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>FA07– PGEP – Imbocco Nord – Relazione di</b> <b>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>FA0720 001</td> <td>B</td> <td>130 di 130</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	130 di 130
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0720 001	B	130 di 130								

## 11 CONCLUSIONI

Con la presente relazione si è proceduto al progetto e alla verifica del fabbricato FA7-1 allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio.

Il calcolo delle azioni, quali vento, neve e sisma, è stato effettuato in modo da massimizzare le sollecitazioni sul fabbricato e renderlo dunque un fabbricato tipologico.

In allegato 1 è contenuto il modello di calcolo dei locali tecnici mentre in allegato 2 c'è il modello di calcolo della stazione di pompaggio.