

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

FA01 – Maddaloni inferiore – 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	1	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.01.2.0.001.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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>2 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	2 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	2 di 106								

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI.....	6
3.2	DOCUMENTI CORRELATI.....	6
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>7</b>
4.1	CEMENTO ARMATO .....	7
4.1.1	CALCESTRUZZO .....	7
4.1.2	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA .....	8
4.1.3	COPRIFERRO .....	9
<b>5</b>	<b>TERRENO DI FONDAZIONE.....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>12</b>
6.1	PESO PROPRIO STRUTTURE .....	12
6.1.1	SOLAIO DI COPERTURA .....	12
6.1.2	STRUTTURA PRINCIPALE IN C.A. ....	13
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	13
6.3	SOVRACCARICO ACCIDENTALE .....	13
6.4	AZIONE DELLA NEVE .....	13
6.5	AZIONE DEL VENTO.....	14
6.6	VARIAZIONI TERMICHE .....	16
6.7	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI .....	17
6.8	AZIONE SISMICA .....	18
<b>7</b>	<b>MODELLO STRUTTURALE E COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>	<b>23</b>
7.1	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO.....	23
7.2	COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	32
<b>8</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>34</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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>3 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	3 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	3 di 106								

<b>8.1</b>	<b>SOLAIO DI COPERTURA.....</b>	<b>34</b>
<b>8.2</b>	<b>VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI .....</b>	<b>42</b>
<b>8.3</b>	<b>TRAVI DI BORDO 30X40.....</b>	<b>43</b>
8.3.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	45
8.3.2	VERIFICA A TAGLIO.....	49
8.3.3	VERIFICA A TORSIONE: .....	52
8.3.4	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	54
<b>8.4</b>	<b>TRAVI 40X40.....</b>	<b>57</b>
8.4.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	58
8.4.2	VERIFICA A TAGLIO.....	62
8.4.3	VERIFICA A TORSIONE.....	65
8.4.4	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	67
<b>8.5</b>	<b>PILASTRI (40X30).....</b>	<b>70</b>
8.5.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	72
8.5.2	VERIFICA A TAGLIO.....	84
8.5.3	VERIFICA A TORSIONE.....	85
8.5.4	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	86
<b>8.6</b>	<b>VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI</b>	
	<b>ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO) .....</b>	<b>89</b>
<b>9</b>	<b>FONDAZIONI.....</b>	<b>90</b>
<b>9.1</b>	<b>TRAVI DI FONDAZIONE.....</b>	<b>90</b>
9.1.1	VERIFICA A FLESSIONE .....	92
9.1.2	VERIFICA A TAGLIO.....	98
<b>9.2</b>	<b>CORDOLI DI COLLEGAMENTO.....</b>	<b>100</b>
<b>9.3</b>	<b>VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE.....</b>	<b>101</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>106</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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>4 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	4 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	4 di 106								

## 1 PREMESSA

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

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

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

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di calcolare e verificare la strutture in elevazione e in fondazione dei fabbricati tecnologici FA01 e FA09 le cui strutture sono identiche. Pertanto, nel seguito, si farà riferimento ad un unico fabbricato.

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.

La struttura in pianta del fabbricato ha forma rettangolare avente le seguenti dimensioni 7.00 m x 17.2 m, comprensiva del rivestimento con pannellature prefabbricate aventi spessore 20 cm. Il sistema strutturale è caratterizzato da un telaio spaziale monolivello avente copertura piana costituito da una campata in direzione trasversale di luce 6.20 m circa mentre, parallelamente al lato lungo, è suddiviso in 4 campate di luce pari a 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. sono larghe 120 cm e presentano tre tralici metallici di irrigidimento ed elementi di alleggerimento

   	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>5 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	5 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	5 di 106								

delimitanti le nervature intermedie. Il solaio è ordito secondo la direzione longitudinale del fabbricato in modo da essere poggiato direttamente sui telai trasversali disposti a 4.20 m di interasse. I pilastri hanno dimensione in pianta di 30x40 cm, le travi perimetrali (longitudinali e trasversali) hanno dimensioni 30x40 cm, le travi trasversali interne sono 40x40 e quelle di bordo 30x40 cm. Il sistema di fondazione è realizzato in opera mediante un graticcio di travi rovesce poste perimetralmente e collegate tra loro trasversalmente mediante dei cordoli (per le caratteristiche dimensionali della fondazione si rimanda agli elaborati grafici specifici). Il rivestimento esterno è ottenuto mediante pannelli di tamponamento prefabbricati.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>6 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	6 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	6 di 106								

## 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]	FA01 - pianta, prospetto e sezioni	IF1N	01	E	ZZ	PZ	FA	0	1	00	001
Rif. [11]	FA01 - pianta scavi e sezioni longitudinali	IF1N	01	E	ZZ	PZ	FA	0	1	00	002
Rif. [12]	FA01 - piante	IF1N	01	E	ZZ	PB	FA	0	1	10	001
Rif. [13]	FA01 - prospetti, sezioni e particolari	IF1N	01	E	ZZ	WB	FA	0	1	10	001
Rif. [14]	FA01 - piante e sezioni di carpenteria	IF1N	01	E	ZZ	BB	FA	0	1	20	001

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>7 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	7 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	7 di 106								

## 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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>8 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	8 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	8 di 106								

$\gamma_c = 1.5$ ; 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%.  $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \text{Resistenza di calcolo a compressione}$

$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3}$  [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>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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>9 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	9 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	9 di 106								

$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk}$  = 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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>10 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	10 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	10 di 106								

## 5 TERRENO DI FONDAZIONE

Per le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione si assumono le condizioni peggiori tra quelle indicate nella relazione geotecnica di linea IF1N01EZZRBGE0005001 per le opere seguenti che sono prossime ai fabbricati FA01 e FA09 (km 11+830).

### Rilevato - da 11+730.361 a 12+200.000

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

I sondaggi di riferimento sono: S119 e P18

Strato	Profondità Da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	N <sub>SPT</sub> (colpi/30cm)
1	0.0	10.0 ÷ 12.0	Sabbie limose	10 – 20
2	10.0 ÷ 12.0	19.0 ÷ 20.0	Tufo litoide giallastro	-
3	19.0 ÷ 20.0	38.0 ÷ 39.0	Tufo grigio alterato	40 - 50
4	38.0 ÷ 39.0	50.0	Limi sabbiosi	-
<b>Profondità della falda: 15 m da p.c.</b>				

Parametri	Strato 1	Strato 2	Strato 3	Strato 4
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	17.0	13.5 – 14.5	13.5 – 14.5	18.0
GSI	-	35	-	-
$\sigma_c$ (MPa)	-	2	-	-
$\sigma_t$ (MPa)	-	-	-	-
$m_i$ (-)	-	13	-	-
$\phi'$ (°)	32	30	33	-
$c'$ (kPa)	0	20	0	-
$c_u$ (kPa)	-	-	-	100 - 150 <sup>(*)</sup>
$V_s$ (m/s)	100 - 160 <sup>(*)</sup>	400 – 500 <sup>(*)</sup>	200 – 300 <sup>(*)</sup>	200 - 250 <sup>(*)</sup>
$G_0$ (MPa)	20 - 50 <sup>(*)</sup>	-	80 – 160 <sup>(*)</sup>	80 - 120 <sup>(*)</sup>
$E_{op}$ (MPa)	8 - 20 <sup>(*)</sup>	35 – 40 <sup>(*)</sup>	30 – 70 <sup>(*)</sup>	35 – 50 <sup>(*)</sup>
$\nu'$ (-)	0.25	0.2	0.25	0.25
$k$ (m/s)	$5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5}$

Nota: (\*) crescente con la profondità

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>11 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	11 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	11 di 106								

**Rilevato – da 0+000.000 a 1+031.726**

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: S203, S202, S201, S114 e P8.

Strato	Profondità da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	N <sub>SPT</sub> (colpi/30cm)
1	0.0	2.0 ÷ 3.0	Sabbie limose	-
2	2.0 ÷ 3.0	8.0÷10.0	Tufo litoide giallastro	40 – 100
3	8.0÷10.0	40.0	Tufo grigio alterato	10 – 30
<b>Profondità della falda: 10÷12 m da p.c.</b>				

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

Nota: (\*) crescente con la profondità.

Per le verifiche geotecniche si assumono i parametri relativi ai sondaggi S119 e P18.

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>12 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	12 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	12 di 106								

## 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>

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>13 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	13 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	13 di 106								

### 6.1.2 Struttura principale in c.a.

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

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

## 6.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

- Tamponamenti esterni

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

## 6.3 SOVRACCARICO ACCIDENTALE

Il sovraccarico assunto per la copertura è pari a 0,50 kN/m<sup>2</sup>.

## 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.

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>14 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	14 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	14 di 106								

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

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

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

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

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

## 6.5 AZIONE DEL VENTO

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

### Pressione del vento:

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

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

dove

- $q_b$  - Pressione cinetica di riferimento
- $C_e$  - Coefficiente di esposizione
- $C_p$  - Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)
- $C_d$  - Coefficiente dinamico che si assume unitario.

### Pressione cinetica di riferimento:

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

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

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>15 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	15 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	15 di 106								

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:

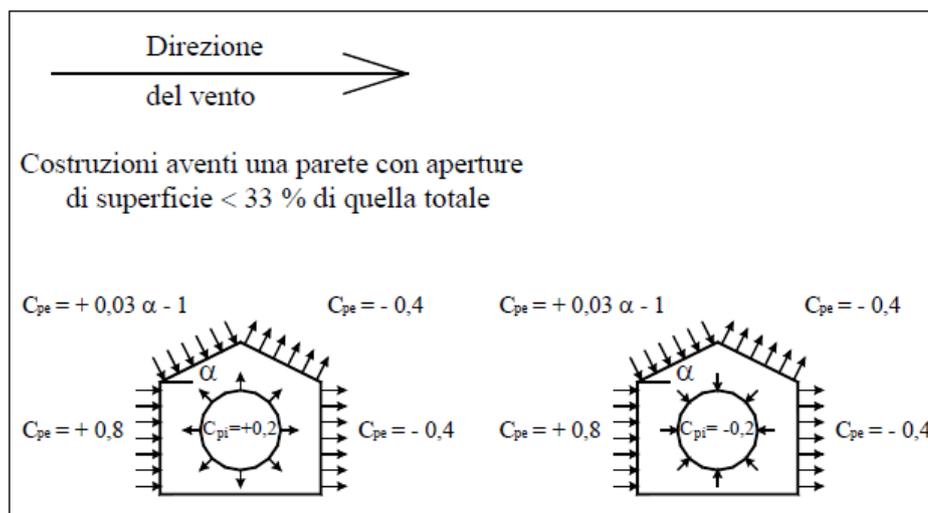
Il coefficiente d'esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. Per il caso in esame considerando zona 4, classe di rugosità del terreno D e categoria d'esposizione del 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:



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  $c_{pi} = \pm 0,2$ .

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>16 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	16 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	16 di 106								

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	
$c_{p3}$ (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.

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>17 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	17 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	17 di 106								

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

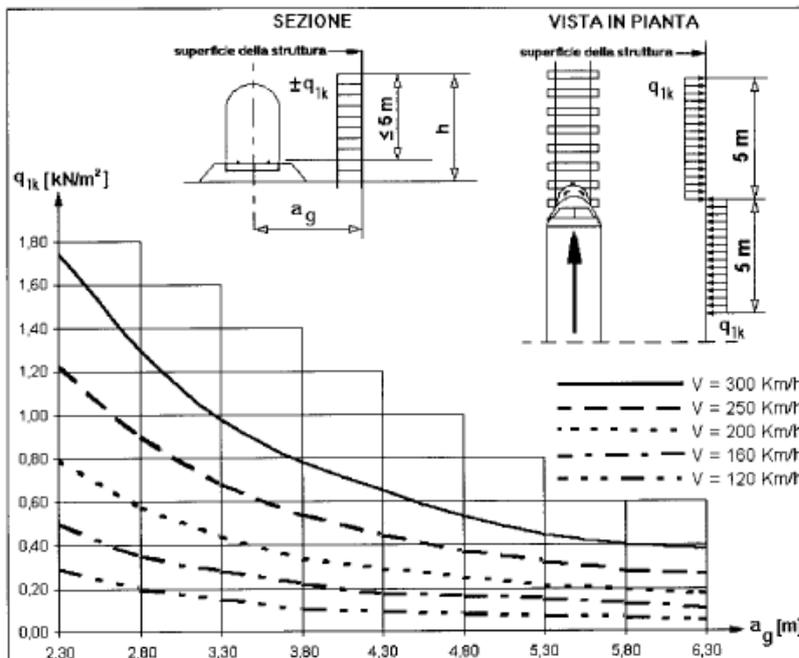
In accordo con quanto previsto nelle “Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari” (Documento RFI n° RFIDTCICIPOSPINF001A) si considera l'effetto aerodinamico associato al passaggio dei treni. Tali prescrizioni si riscontrano anche al punto 5.2 della NTC2008 relativo ai ponti 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 successiva in base alla velocità  $V = 300\text{ km/h}$  e con riferimento a treni con forme aerodinamiche sfavorevoli (a vantaggio di sicurezza):

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



Si considerano pertanto le condizioni di carico elementari:

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

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

## 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>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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>19 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	19 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	19 di 106								

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>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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>20 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	20 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	20 di 106								

$$q = q_0 \cdot K_R$$

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 anche 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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>21 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	21 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	21 di 106								

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 15,6621      LATITUDINE: 38,1115

Ricerca per comune

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

Elaborazioni grafiche

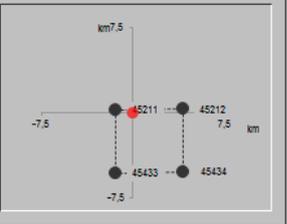
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione: superficie rigata



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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

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

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

I valori dei coefficienti  $\psi_{2j}$  sono riportati nella Tabella 2.5.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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>22 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	22 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	22 di 106								

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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>23 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	23 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	23 di 106								

## 7 MODELLO STRUTTURALE E COMBINAZIONI DI CARICO

### 7.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO

Il sistema costruttivo che caratterizza il fabbricato tecnologico in c.a. è costituito, in elevazione, da un telaio spaziale realizzato mediante la rigida connessione di travi e pilastri, e in fondazione, da travi rovesce.

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 rigidezza 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 e con il 30% dei carichi di esercizio.

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.

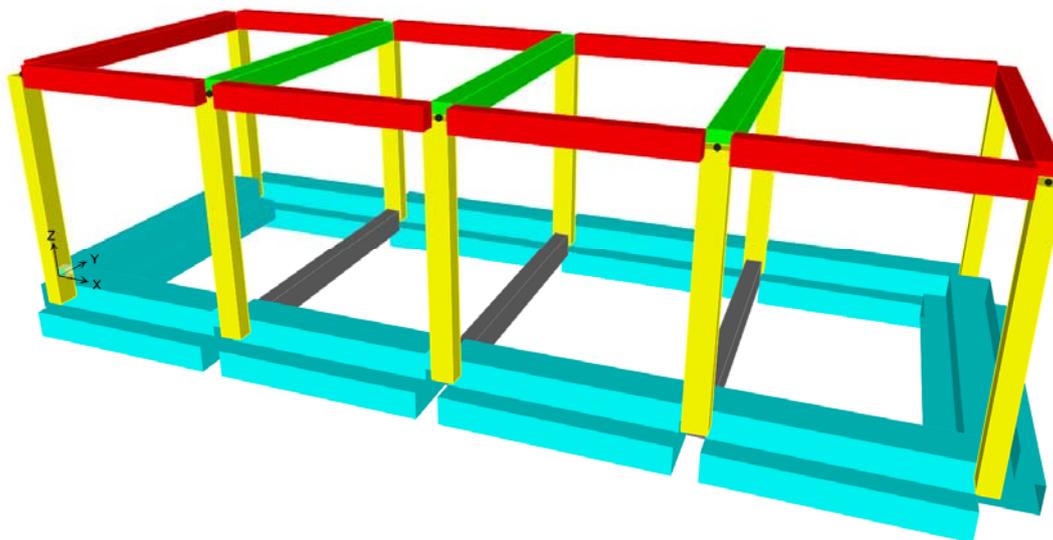


Figura 7-1 - Vista estrusa del modello.

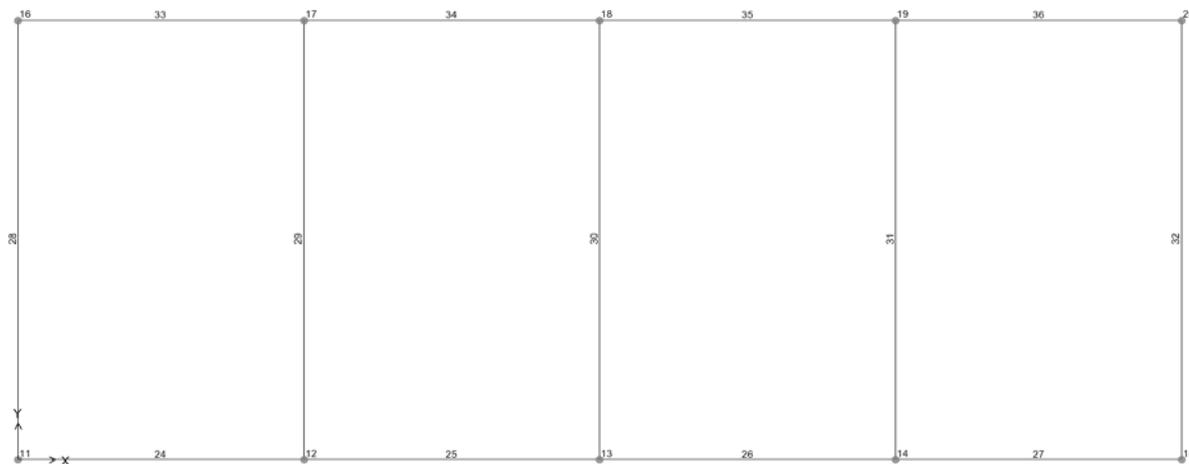


Figura 7-2 Numerazione frames e nodi piano copertura.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	25 di 106

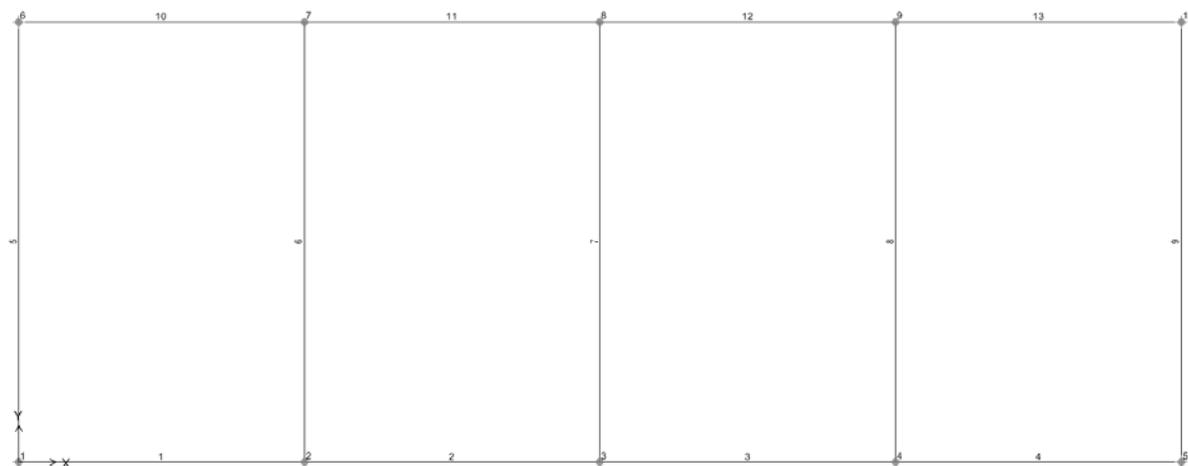


Figura 7-3 Modello di calcolo – numerazione frames e nodi piano fondazioni.

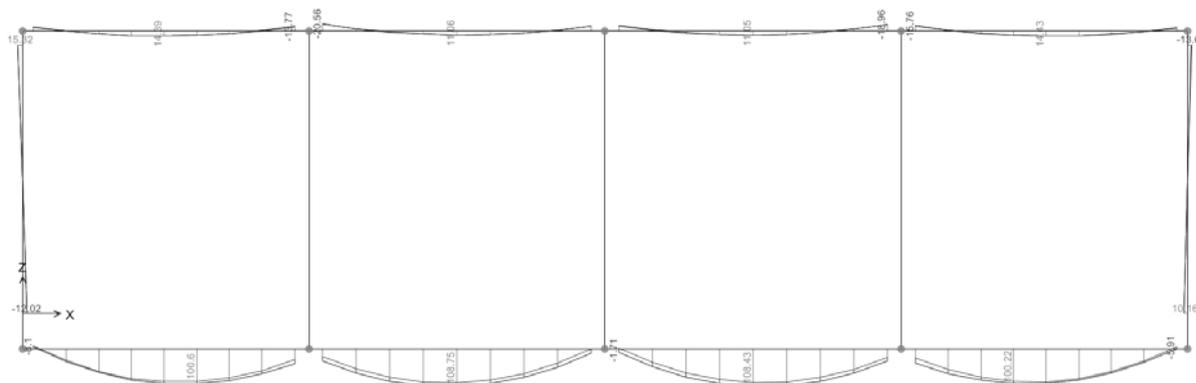


Figura 7-4 Diagramma dei momenti M3 – COMB\_INV\_SLU – allineamento A.

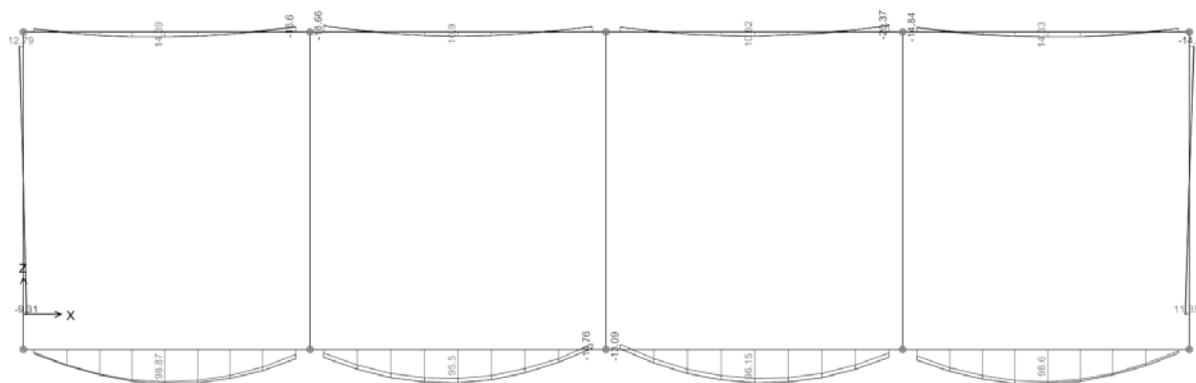


Figura 7-5 Diagramma dei momenti M3 - COMB\_INV\_SLV – allineamento B.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	26 di 106

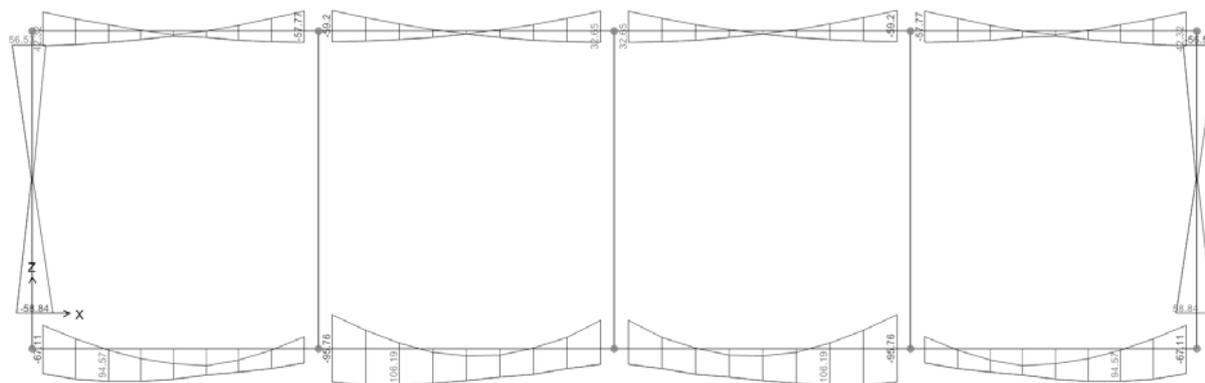


Figura 7-6 Diagramma dei momenti M3 - COMB\_INV\_SLU

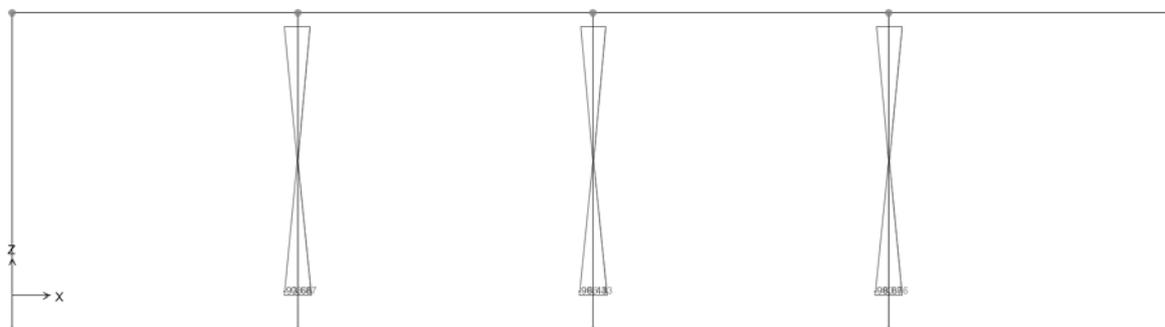
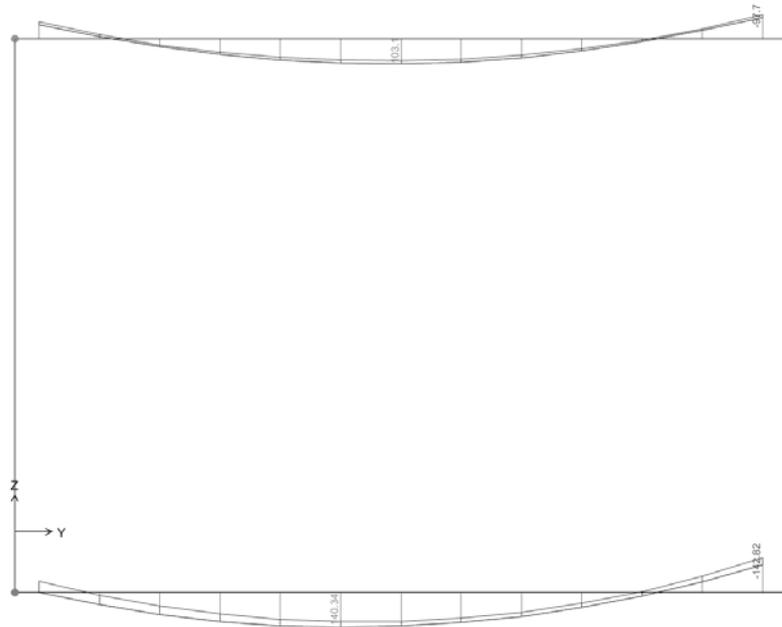
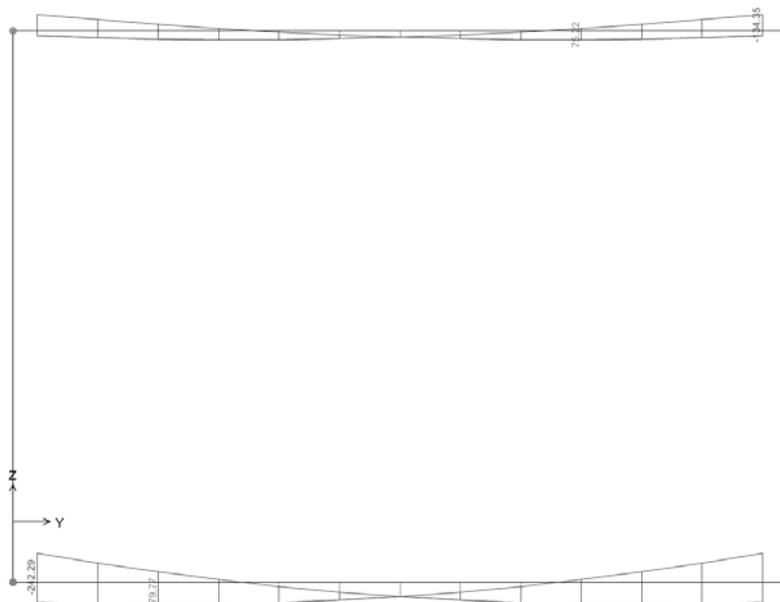


Figura 7-7 Diagramma dei momenti M2 - COMB\_INV\_SLU

	<p><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></p>												
<p><b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b>  <b>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>27 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	27 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	27 di 106								



**Figura 7-8 Diagramma dei momenti M3 – COMB\_INV\_SLU – allineamento 1.**



**Figura 7-9 Diagramma dei momenti M3 – COMB\_INV\_SLV – allineamento 1.**

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	28 di 106

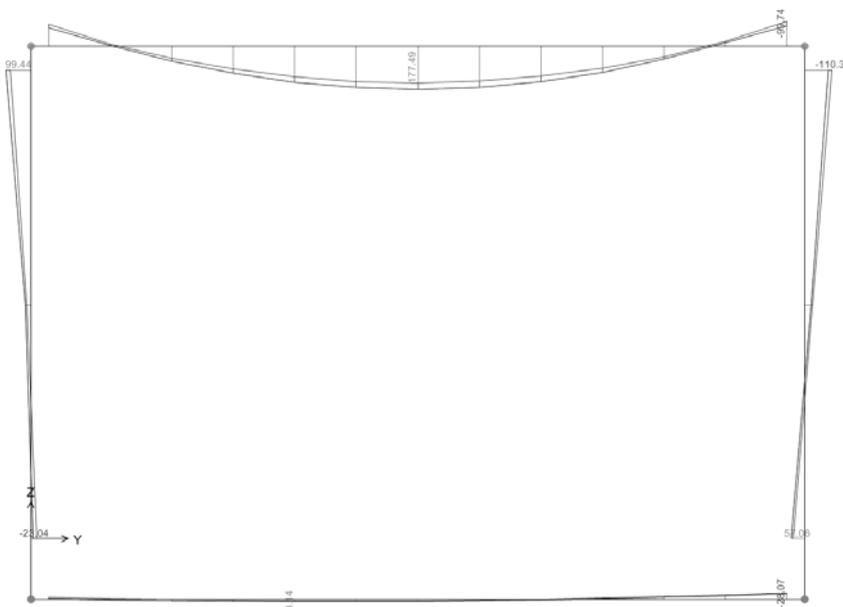


Figura 7-10 Diagramma dei momenti M3 – COMB\_INV\_SLU – allineamento 2.

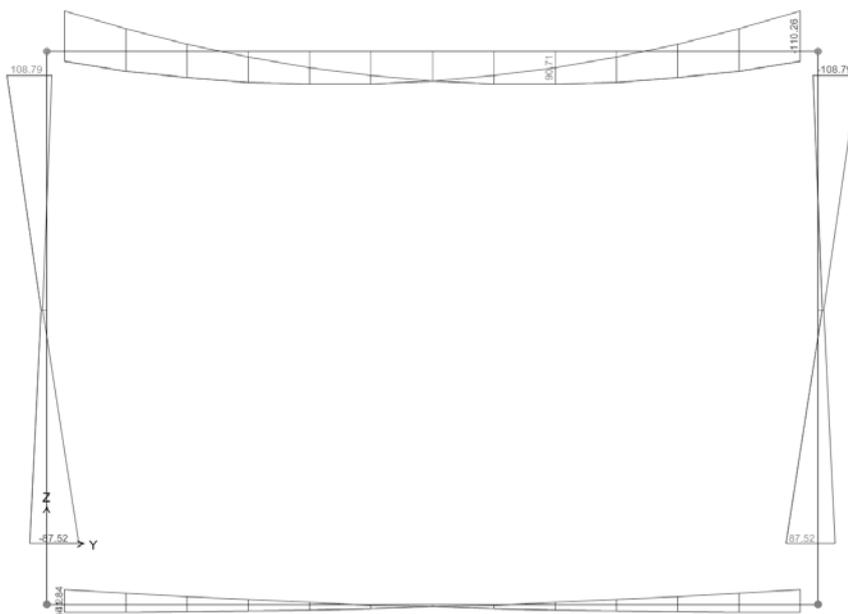


Figura 7-11 Diagramma dei momenti M3 – COMB\_INV\_SLV – allineamento 2.

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	29 di 106

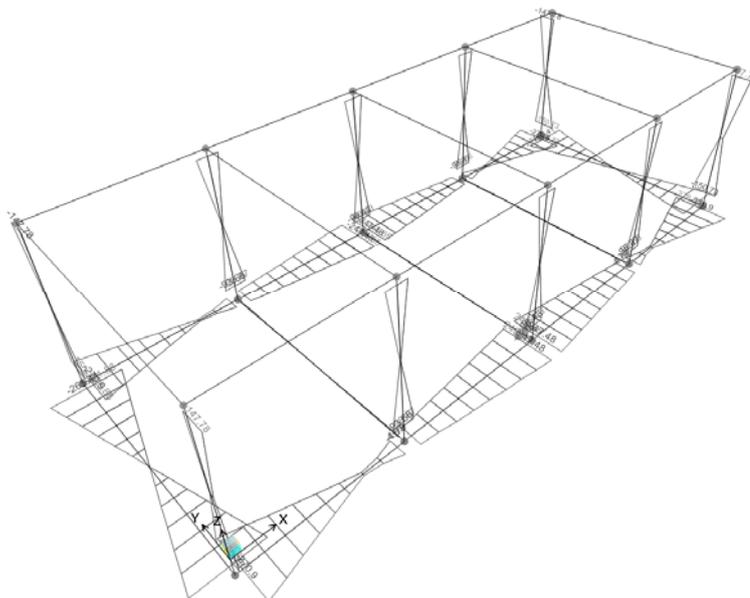


Figura 7-12 Diagramma dei momenti M2 – COMB\_INV\_SLU.

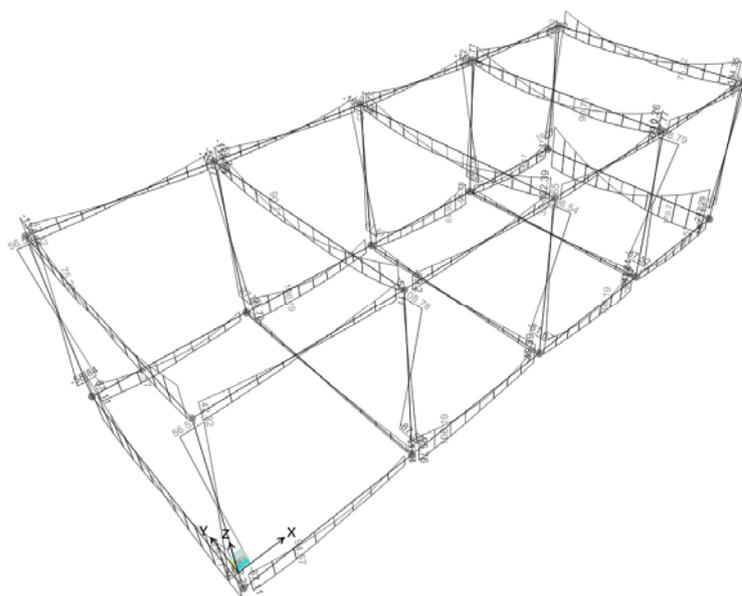


Figura 7-13 Diagramma dei momenti M3 – COMB\_INV\_SLV.

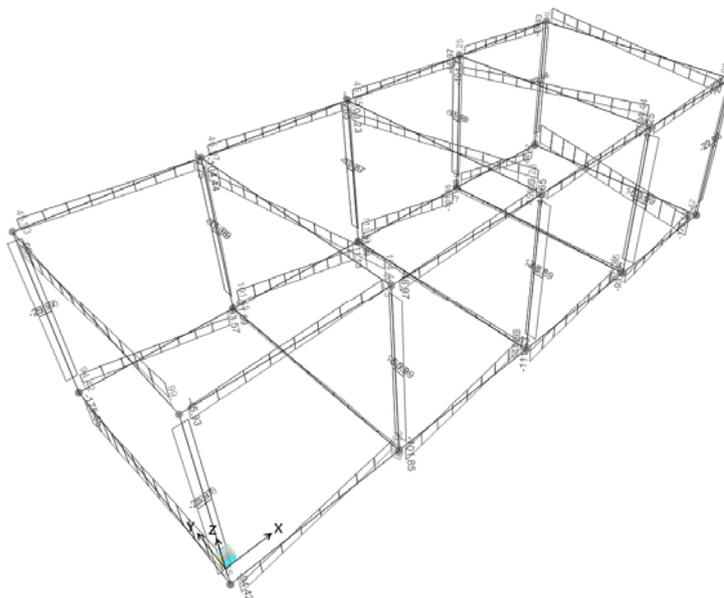


Figura 7-14 Diagramma del taglio V2 – COMB\_INV\_SLV.

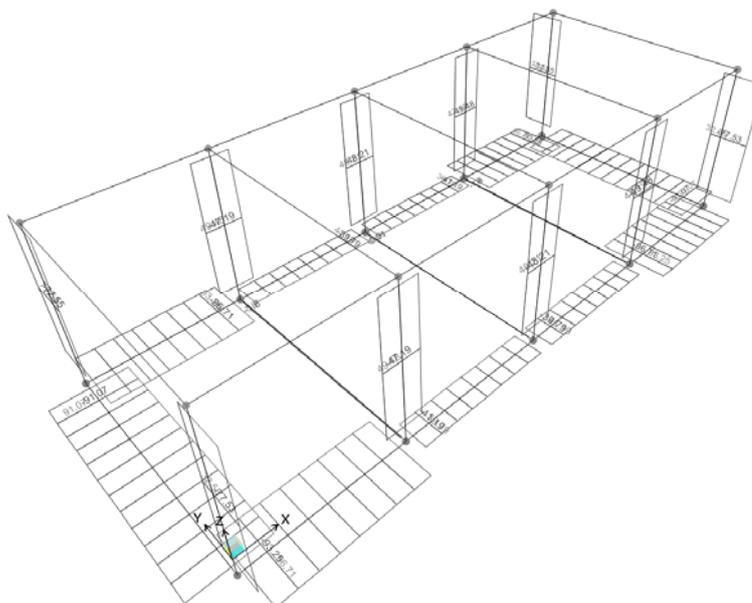
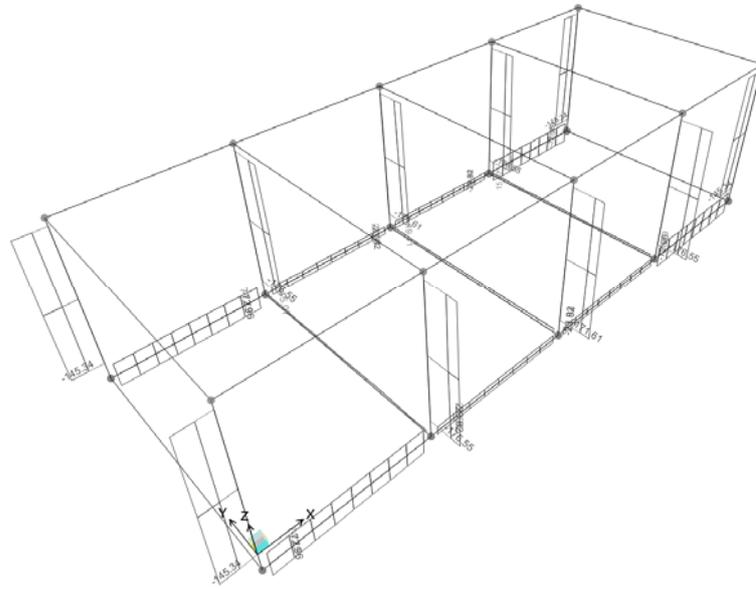
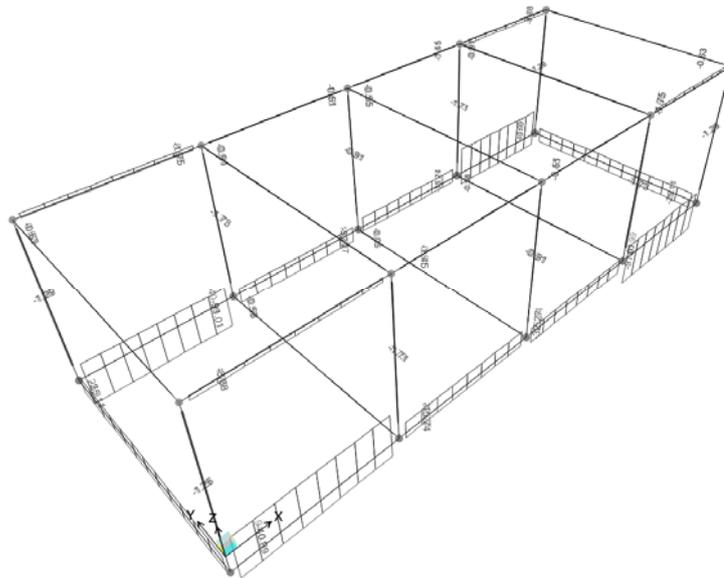


Figura 7-15 Diagramma del taglio V3 – COMB\_INV\_SLV.

	<p><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></p>												
<p><b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b>  <b>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>31 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	31 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	31 di 106								



**Figura 7-16 Diagramma dello sforzo assiale P – COMB\_INV\_SLU.**



**Figura 7-17 Diagramma della torsione T– 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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>32 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	32 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	32 di 106								

## 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);
- Azioni di Precompressione (P);
- Azioni Eccezionali (A);
- 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	

   	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <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>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>33 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	33 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	33 di 106								

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>	Peso Prop.	Perm.	SismaX_SLD	SismaY_SLD	Forze SLD - Ecc. Acc.	Var.	Neve	Vento	Aerod.	Var. Term.
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>	Peso Prop.	Perm.	SismaX_SLV	SismaY_SLV	Forze SLV - Ecc. Acc.	Var.	Neve	Vento	Aerod.	Var. Term.
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>	Peso Prop.	Perm.	SismaX_SLO	SismaY_SLO	Forze SLO - Ecc. Acc.	Var.	Neve	Vento	Aerod.	Var. Term.
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>	Peso Prop.	Perm.	Var.	Neve	Vento	Aerod. A	Aerod. B	Var. Term. (+)	Var. Term. (-)
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

  	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>34 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	34 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	34 di 106								

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		
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						

## 8 VERIFICHE STRUTTURALI

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

### 8.1 SOLAIO DI COPERTURA

Il solaio si considera, a vantaggio di sicurezza, come una trave semplicemente appoggiata, con campata di luce pari a  $L = 4.20$  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, il carico della neve, il carico del vento ed il sovraccarico variabile. 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:

$$G = [(3.00 + 2,6) \cdot 1.2] = 6,72 \text{ kN/m}$$

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>35 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	35 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	35 di 106								

Carico Neve:  $Q_N = 2,84 \times 1,20 = 3,41 \text{ kN/m}$   
Carico Totale SLU:  $1,3 G + 1,5 Q_N = 13,85 \text{ kN/m}$   
Carico Totale SLE rara:  $G + Q_N = 10,13 \text{ kN/m}$   
Carico Totale SLE frequente:  $G + 0,2 \times Q_N = 7,40 \text{ kN/m}$   
Carico Totale SLE quasi permanente:  $G + 0,0 \times Q_N = 6,72 \text{ kN/m}$

#### Sollecitazioni SLU

$M_{\max}$  (in campata) =  $[13,85 \times (4.20)^2] / 8 = 30,54 \text{ kNm}$   
 $T_{\max}$  (in appoggio) =  $13,85 \times 4,20 / 2 = 29,09 \text{ kN}$   
 $M_{\min}$  (in appoggio) =  $[13,85 \times (4.20)^2] / 12 = 20,36 \text{ kNm}$

$M_{\max, \text{tr}}$  (in campata) =  $30,54 / 3 = 10,18 \text{ kNm}$   
 $M_{\min, \text{tr}}$  (in appoggio) =  $20,36 / 3 = 6,79 \text{ kNm}$   
 $T_{\max, \text{tr}}$  (in appoggio) =  $29,09 / 3 = 9,70 \text{ kN}$

#### Sollecitazioni SLE rara

$M_{\max}$  (in campata) =  $[10,13 \times (4.20)^2] / 8 = 22,34 \text{ kNm}$   
 $T_{\max}$  (in appoggio) =  $10,13 \times 4,20 / 2 = 21,27 \text{ kN}$   
 $M_{\min}$  (in appoggio) =  $[10,13 \times (4.20)^2] / 12 = 14,89 \text{ kNm}$

$M_{\max, \text{tr}}$  (in campata) =  $22,34 / 3 = 7,45 \text{ kNm}$   
 $M_{\min, \text{tr}}$  (in appoggio) =  $20,36 / 3 = 6,79 \text{ kNm}$   
 $T_{\max, \text{tr}}$  (in appoggio) =  $14,89 / 3 = 4,96 \text{ kN}$

#### Sollecitazioni SLE frequente

$M_{\max, \text{tr}}$  (in campata) =  $5,44 \text{ kNm}$   
 $M_{\min, \text{tr}}$  (in appoggio) =  $4,96 \text{ kNm}$   
 $T_{\max, \text{tr}}$  (in appoggio) =  $3,62 \text{ kN}$

#### Sollecitazioni SLE quasi permanente

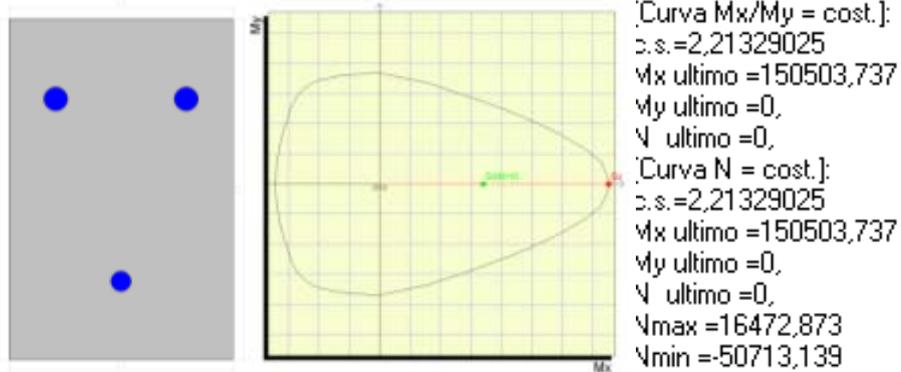
$M_{\max, \text{tr}}$  (in campata) =  $4,93 \text{ kNm}$   
 $M_{\min, \text{tr}}$  (in appoggio) =  $3,29 \text{ kNm}$   
 $T_{\max, \text{tr}}$  (in appoggio) =  $4,70 \text{ kN}$

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.

#### Verifica di SLU a flessione

Sezione di 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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>36 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	36 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	36 di 106								



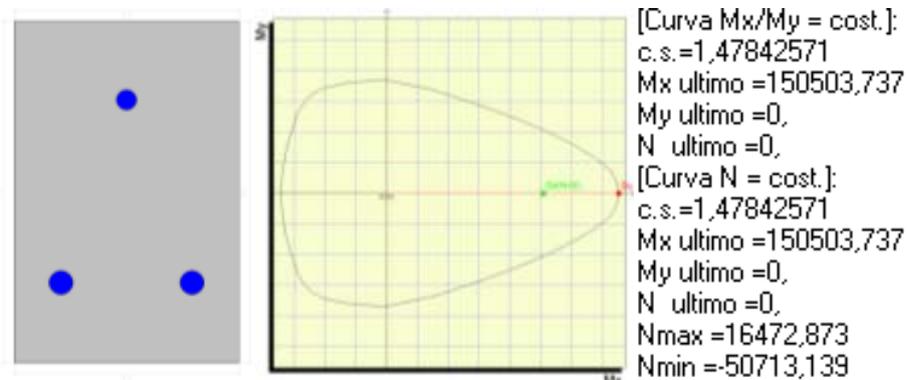
Il momento resistente del travetto è pari a:

$$M_{xRd} = 15,05 \text{ kNm} > M_{Ed} = 6,79 \text{ kNm}.$$

La verifica risulta soddisfatta.

Sezione di campata

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



$$M_{xRd} = 15,05 \text{ kNm} > M_{Ed} = 10,18 \text{ kNm}.$$

La verifica risulta soddisfatta.

Verifica di SLU a taglio

La verifica a taglio si effettua considerando la larghezza effettiva del travetto centrale  $b_w=13\text{cm}$ .

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>37 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	37 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	37 di 106								

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
$b_w$	130,000 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	
$V_{Rd}$	16,545 kN >	$V_{Ed}$ 9,700 kN

La verifica risulta soddisfatta

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

$$V_{Ed} = 9,70 \text{ kN} < T = A_s f_{yd} = 3,14 \cdot 62 \cdot 450 / 1,15 = 44233 \text{ N} = 44,23 \text{ kN.}$$

Verifica di fessurazione (SLE frequente)

  	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>38 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	38 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	38 di 106								

#### Sollecitazioni

Momento flettente	M	5,44	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

#### Materiali

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

#### Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	20	cm				
Larghezza sezione	B	13	cm				
Armatura compressa (1° strato)	$AS_1'$	1,13	cm <sup>2</sup>	1	∅ 12	$c_{s1} =$	5 cm
Armatura compressa (2° strato)	$AS_2'$	0,00	cm <sup>2</sup>		∅	$c_{s2} =$	cm
Armatura tesa (2° strato)	$AS_2$	0,00	cm <sup>2</sup>		∅	$c_{t2} =$	cm
Armatura tesa (1° strato)	$AS_1$	3,08	cm <sup>2</sup>	2	∅ 14	$c_{t1} =$	5 cm

#### Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	$\sigma_c$	8,6	N/mm <sup>2</sup>
Trazione nell'acciaio (1° strato)	$\sigma_s$	142,8	N/mm <sup>2</sup>

Eccentricità	e (M)	∞	cm	> H/6	Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	7,1	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	$A_{id}$	319	cm <sup>2</sup>		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	$J_{id}$	10245,3	cm <sup>4</sup>		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	$J_{id}^*$	4507,93	cm <sup>4</sup>		

#### Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione ( $f_{ctk}$ )	$M_{fess}^*$	2	kN m	La sezione è fessurata
Fattore che tiene conto della durata del carico	$k_t$	0,4		
Altezza efficace	$d_{eff}$	4,3	cm	
Area efficace	$AC_{eff}$	55,8571	cm <sup>2</sup>	
Armatura nell'area efficace	$AS$	3,1	cm <sup>2</sup>	
	$\rho_{p,eff}$	0,05512		
Resistenza cilindrica media	$f_{cm}$	37,1	N/mm <sup>2</sup>	
Modulo elastico del cls	$E_{cm}$	32.588	N/mm <sup>2</sup>	
	$\alpha_E$	6,4		
Deform. media dell'arm. - quella del cls	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,00055		
	$k_1$	0,8		
	$k_2$	0,5		
	$k_3$	3,4		
	$k_4$	0,425		

  	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>39 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	39 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	39 di 106								

Copriferro netto	$c'$	4,3	cm
Diámetro equivalente delle barre	$\varnothing_{eq}$	14,0	mm
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	18,9	cm
Ampiezza delle fessure	$w_d = w_k$	<b>0,10</b>	mm

Tipo di armatura	Poco sensibile
Condizioni ambientali	Ordinarie
Stato limite	Frequente
Valore limite di apertura delle fessure	$w_3=0.4$ mm

### Verifica di fessurazione (SLE quasi permanente)

#### Sollecitazioni

Momento flettente	M	4,93	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

#### Materiali

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

#### Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	20	cm
Larghezza sezione	B	13	cm
Armatura compressa (1° strato)	$AS_1'$	1,13	cm <sup>2</sup>
Armatura compressa (2° strato)	$AS_2'$	0,00	cm <sup>2</sup>
Armatura tesa (2° strato)	$AS_2$	0,00	cm <sup>2</sup>
Armatura tesa (1° strato)	$AS_1$	3,08	cm <sup>2</sup>

#### Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	$\sigma_c$	<b>7,8</b>	N/mm <sup>2</sup>
Trazione nell'acciaio (1° strato)	$\sigma_s$	<b>129,4</b>	N/mm <sup>2</sup>

Eccentricità	$e$ (M)	$\infty$	cm	> H/6	Sez. parzializzata
	$u$ (M)	$\infty$	cm		
Posizione asse neutro	$y$ (M)	7,1	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	$A_{id}$	319	cm <sup>2</sup>		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	$J_{id}$	10245,3	cm <sup>4</sup>		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	$J_{id*}$	4507,93	cm <sup>4</sup>		

#### Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione ( $f_{ctk}$ )	$M_{fess}^*$	2	kN m	La sezione è fessurata
Fattore che tiene conto della durata del carico	$k_t$	0,4		

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>40 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	40 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	40 di 106								

Altezza efficace	$d_{eff}$	4,3	cm
Area efficace	$A_{C_{eff}}$	55,8571	cm <sup>2</sup>
Armatura nell'area efficace	$A_s$	3,1	cm <sup>2</sup>
	$\rho_{p,eff}$	0,05512	
Resistenza cilindrica media	$f_{cm}$	37,1	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico del cls	$E_{cm}$	32.588	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_E$	6,4	
Deform. media dell'arm. - quella del cls	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,00048	
	$k_1$	0,8	
	$k_2$	0,5	
	$k_3$	3,4	
	$k_4$	0,425	
Copriferro netto	$c'$	4,3	cm
Diámetro equivalente delle barre	$\varnothing_{eq}$	14,0	mm
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	18,9	cm
Ampiezza delle fessure	$w_d = w_k$	<b>0,09</b>	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 delle tensioni in esercizio

Si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c$ , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} = 16,80 \text{ N/mm}^2 \text{ per combinazione caratteristica (rara);}$$

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} = 12,60 \text{ N/mm}^2 \text{ per combinazione quasi permanente.}$$

Per l'acciaio la tensione massima,  $\sigma_s$ , per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0,8 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2.$$

SLE rara:

$$\sigma_c = 11,80 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 12,60 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 195,60 \text{ N/mm}^2 < 0,8 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2.$$

SLE quasi permanente:

$$\sigma_c = 7,80 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 12,60 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta soddisfatta.

### Verifica di deformabilità

Il calcolo della deformazione flessionale di solai e travi si effettua in genere mediante integrazione delle curvature tenendo conto della viscosità del calcestruzzo e, se del caso, degli effetti del ritiro.

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>41 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	41 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	41 di 106								

Per il calcolo delle deformazioni flessionali si considera lo stato non fessurato (sezione interamente reagente) per tutte le parti della struttura per le quali, nelle condizioni di carico considerate, le tensioni di trazione nel calcestruzzo non superano la sua resistenza media  $f_{ctm}$  a trazione. Per le altre parti si fa riferimento allo stato fessurato, potendosi considerare l'effetto irrigidente del calcestruzzo teso fra le fessure.

Al riguardo detto  $p_f$  il valore assunto dal parametro di deformazione nella membratura interamente fessurata e  $p$  il valore assunto da detto parametro nella membratura interamente reagente, il valore di calcolo  $p^*$  del parametro è dato da

$$p^* = \zeta * p_f + (1 - \zeta) * p$$

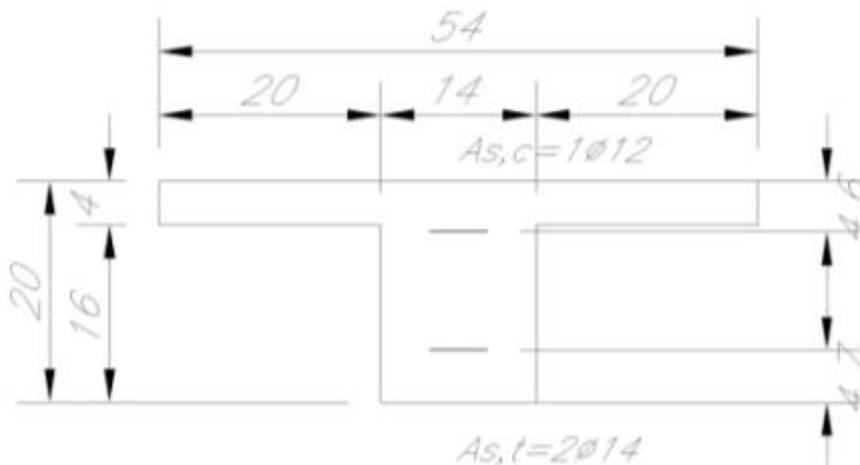
in cui:

$$\zeta = 1 - c\beta^2.$$

Nell'equazione precedente il fattore  $\beta$  è il rapporto tra il momento di fessurazione  $M_f$  e il momento flettente effettivo,  $\beta = M_f / M$ , o il rapporto tra la forza normale di fessurazione  $N_f$  e la forza normale effettiva,  $\beta = N_f / N$ , a seconda che la membratura sia soggetta a flessione o a trazione, e il coefficiente  $c$  assume il valore 1, nel caso di applicazione di un singolo carico di breve durata, o il valore 0,50 nel caso di carichi permanenti o per cicli di carico ripetuti.

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

Si procede al calcolo considerando in favore di sicurezza il travetto centrale della predalle tipo, la cui rappresentazione grafica è riportata qui di seguito:



$J^I$  = momento di inerzia sezione interamente reagente =

$$= (2 \cdot 200 \cdot 4^3 / 12 + 2 \cdot 200 \cdot 40 \cdot [(200 - 129) - 20]^2 + 200^3 \cdot 140 / 12 + 200 \cdot 140 \cdot [(200 - 129) - 100]^2) = 160630666,66 \text{ mm}^4$$

$y_c^I$  = asse neutro sezione interamente reagente =

$$= 200 - [2 \cdot 40 \cdot 200 \cdot (20 + 160) + 140 \cdot 200 \cdot 100] / (2 \cdot 40 \cdot 200 + 140 \cdot 200) = 200 - 129 = 71 \text{ mm}$$

$b = 540 \text{ mm}$ ;

$b_s = 140 \text{ mm}$ ;

$s = 40 \text{ mm}$ ;

$A_{s,t} = \text{area armatura tesa} = 2\text{Ø}14 = 308 \text{ mm}^2$ ;

$A_{s,c} = \text{area armatura compressa} = 1\text{Ø}12 = 113 \text{ mm}^2$ ;

$A_s = A_{s,t} + A_{s,c} = \text{area totale armature}$ ;

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>42 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	42 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	42 di 106								

$d_G$  = distanza dal lembo compresso del baricentro delle armature =

$$d_G = \frac{\sum A_{si} \cdot d_i}{\sum A_{si}} = [308 \cdot (200 - 47) + 113 \cdot 46] = 124,3 \text{ mm};$$

$A_{se}$  = area della soletta collaborante omogeneizzata ad acciaio concentrata a  $s/2$  dal lembo compresso =

$$A_{se} = (b_s - b) \cdot s / n = (540 - 140) \cdot 40 / 15 = 1066,66 \text{ mm}^2;$$

$$d_t = (d_G \cdot A_s + d_e \cdot A_{se}) / A_t = 34,82 \text{ mm};$$

$n$  = coefficiente di omogeneizzazione = 15;

$$A_t = A_{se} + A_{s,t} + A_{s,c} = 1488 \text{ mm}^2;$$

$$y_c^{II} = \text{asse neutro sezione fessurata} = n \cdot A_t / b \left[ (1 + 2 \cdot b \cdot d_t / n \cdot A_t)^{1/2} - 1 \right] = 34,82 \text{ mm};$$

$$J^{II} = \text{momento d'inerzia sezione fessurata} = 1/3 \cdot [b_s \cdot y_c^3 - (b_s - b) \cdot (y_c - s)^3] + n \cdot \sum A_{si} \cdot (y_c - d_i)^2 = 119353773,6 \text{ mm}^4;$$

$$M_f = \text{momento di fessurazione} = f_{ctm} \cdot J^I / (h - y_c) = 2562867,85 \text{ Nmm} = 2,56 \text{ kNm};$$

$$\beta = M_f / M_d = 2,56 / 4,93 = 0,52;$$

$$c = 0,50;$$

$$\zeta = 1 - c \beta^2 = 1 - 0,5 \cdot 0,52^2 = 0,86;$$

$q = 6,72 \text{ kN/m}$  = carico SLE quasi permanente;

$$p_f = (5/384) \cdot q \cdot L^4 / (E \cdot J^{II}) = 7,06 \text{ mm};$$

$$p = (5/384) \cdot q \cdot L^4 / (E \cdot J^I) = 5,25 \text{ mm};$$

$$p^* = \zeta \cdot p_f + (1 - \zeta) \cdot p = 6,80 \text{ mm} < L/250 = 4200/250 = 16,80 \text{ mm}$$

La verifica risulta soddisfatta.

## 8.2 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI

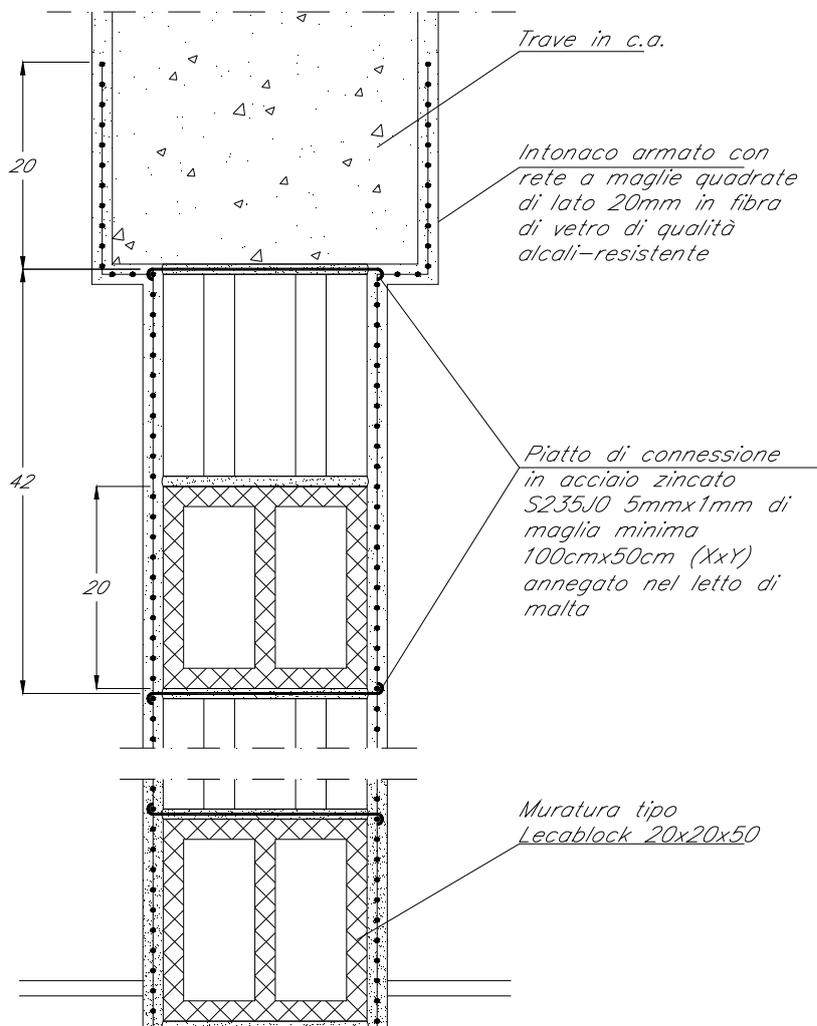
Per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale debbono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della  $F_a$  corrispondente allo  $SLV$ .

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.



### 8.3 TRAVI DI BORDO 30X40

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi 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.

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

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

01 E ZZ

CL

FA0120 001

B

44 di 106

		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	5.8	0.0	0.2	0.0	103.9	32	3.2	INV_SLU
M3	min	0.0	-99.0	0.0	-0.6	0.0	-134.3	28	0.2	SLV2
M2	max	0.0	30.6	0.0	8.7	0.0	12.7	33	3.9	SLV2
M2	min	0.0	10.5	0.0	-1.8	0.0	-25.7	33	3.9	SLV2
T	max	0.0	-30.3	0.0	10.9	0.0	-15.0	33	0.2	INV_SLU
T	min	0.0	-28.4	0.0	-10.7	0.0	-11.4	36	0.2	INV_SLU
V3	max	0.0	-13.8	0.0	8.7	0.0	5.4	33	0.2	SLV2
V3	min	0.0	-33.9	0.0	-1.8	0.0	-30.8	33	0.2	SLV2
V2	max	0.0	129.3	0.0	0.2	0.0	-79.8	32	6.1	INV_SLU
V2	min	0.0	-130.2	0.0	-0.1	0.0	-97.7	28	0.2	INV_SLU
P	max	0.0	-28.1	0.0	-6.3	0.0	-11.0	24	0.2	INV_SLU
P	min	0.0	-28.1	0.0	-6.3	0.0	-11.0	24	0.2	INV_SLU

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	-3.1	0.0	0.1	0.0	81.1	32	2.9	INV_SLR
M3	min	0.0	-102.5	0.0	0.0	0.0	-86.6	28	0.0	INV_SLR
M2	max	0.0	-23.1	0.0	-4.6	0.0	-10.4	24	0.0	INV_SLR
M2	min	0.0	25.3	0.0	-7.8	0.0	-15.9	36	4.1	INV_SLR
T	max	0.0	-26.0	0.0	8.0	0.0	-16.1	33	0.0	INV_SLR
T	min	0.0	-23.3	0.0	-7.8	0.0	-10.7	36	0.0	INV_SLR
V3	max	0.0	-23.1	0.0	-4.6	0.0	-10.4	24	0.0	INV_SLR
V3	min	0.0	-102.5	0.0	0.0	0.0	-86.6	28	0.0	INV_SLR
V2	max	0.0	101.9	0.0	0.1	0.0	-72.8	32	6.3	INV_SLR
V2	min	0.0	-102.5	0.0	0.0	0.0	-86.6	28	0.0	INV_SLR
P	max	0.0	-23.1	0.0	-4.6	0.0	-10.4	24	0.0	INV_SLR
P	min	0.0	-23.1	0.0	-4.6	0.0	-10.4	24	0.0	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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">FA0120 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">45 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	45 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	45 di 106								

		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	-5.3	0.0	0.0	0.0	62.9	28	2.9	INV_SLF
M3	min	0.0	-78.1	0.0	-0.1	0.0	-60.5	28	0.0	INV_SLF
M2	max	0.0	-22.0	0.0	-3.3	0.0	-8.3	24	0.0	INV_SLF
M2	min	0.0	26.2	0.0	-4.2	0.0	-17.4	24	4.1	INV_SLF
T	max	0.0	-26.0	0.0	4.2	0.0	-16.4	27	0.0	INV_SLF
T	min	0.0	-22.4	0.0	-4.2	0.0	-9.1	24	0.0	INV_SLF
V3	max	0.0	-22.0	0.0	-3.3	0.0	-8.3	24	0.0	INV_SLF
V3	min	0.0	-26.4	0.0	3.4	0.0	-17.1	27	0.0	INV_SLF
V2	max	0.0	78.1	0.0	0.0	0.0	-55.1	28	6.3	INV_SLF
V2	min	0.0	-78.1	0.0	-0.1	0.0	-60.5	28	0.0	INV_SLF
P	max	0.0	-22.0	0.0	-3.3	0.0	-8.3	24	0.0	INV_SLF
P	min	0.0	-22.0	0.0	-3.3	0.0	-8.3	24	0.0	INV_SLF

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	-5.7	0.0	0.0	0.0	59.9	28	2.9	INV_SLQ
M3	min	0.0	-74.5	0.0	0.0	0.0	-56.7	28	0.0	INV_SLQ
M2	max	0.0	-22.3	0.0	-3.6	0.0	-8.8	24	0.0	INV_SLQ
M2	min	0.0	-22.3	0.0	-3.6	0.0	-8.8	24	0.0	INV_SLQ
T	max	0.0	-26.3	0.0	3.6	0.0	-16.9	27	0.0	INV_SLQ
T	min	0.0	-22.3	0.0	-3.6	0.0	-8.8	24	0.0	INV_SLQ
V3	max	0.0	-22.3	0.0	-3.6	0.0	-8.8	24	0.0	INV_SLQ
V3	min	0.0	-22.3	0.0	-3.6	0.0	-8.8	24	0.0	INV_SLQ
V2	max	0.0	74.5	0.0	0.0	0.0	-56.7	28	6.3	INV_SLQ
V2	min	0.0	-74.5	0.0	0.0	0.0	-56.7	28	0.0	INV_SLQ
P	max	0.0	-22.3	0.0	-3.6	0.0	-8.8	24	0.0	INV_SLQ
P	min	0.0	-22.3	0.0	-3.6	0.0	-8.8	24	0.0	INV_SLQ

### 8.3.1 Verifica a flessione

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

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

1) Zone d'appoggio:

- Armatura superiore 4  $\Phi$  20
- Armatura inferiore 3  $\Phi$  20

2) Campata:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>46 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	46 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	46 di 106								

- Armatura superiore 3  $\Phi$  20
- Armatura inferiore 4  $\Phi$  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:** Trave30x40

**(Percorso File:** D:\Commesse\BPK-Cancello-Frasso\EDIFICI\FV01\_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<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  
Sc Limite : 168.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio  
Sc Limite : 168.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio  
Sc Limite : 126.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. 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 GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base: 30.0 cm  
Altezza: 40.0 cm  
Barre inferiori : 4 $\Phi$ 20 (12.6 cm<sup>2</sup>)  
Barre superiori : 3 $\Phi$ 20 (9.4 cm<sup>2</sup>)  
Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 6.0 cm  
Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 6.0 cm



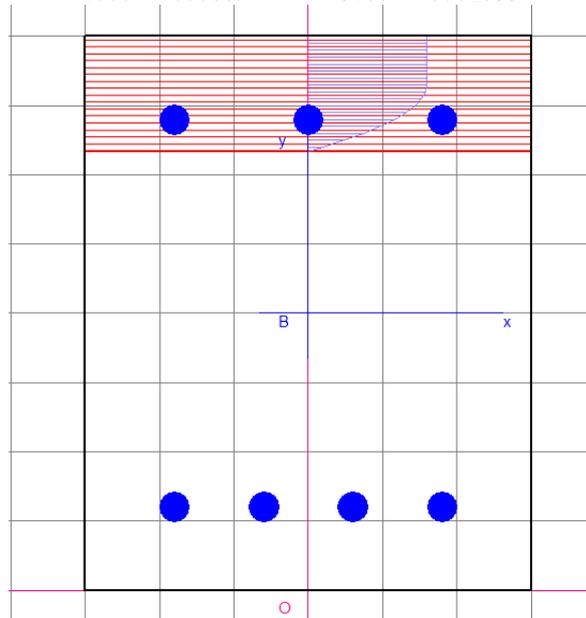
	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>48 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	48 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	48 di 106								

1	S	0	10390	-21	14860	1.430	31.7	0.24	0.74
2	S	0	13430	-21	14860	1.106	31.7	0.24	0.74

**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	-0.00374	40.0	0.00097	34.0	-0.01085	6.0
2	0.00350	-0.00374	40.0	0.00097	34.0	-0.01085	6.0



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

Diametro staffe:	10 mm	
Passo staffe:	8.0 cm	[Passo massimo di normativa = 8.5]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	19.6 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
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	3010	4437	25104	58776	30.0	21.80	1.000	1.0
2	S	13020	4437	25104	58776	30.0	21.80	1.000	4.3

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

   	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>49 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	49 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	49 di 106								

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	105.4	40.0	0.0	40.0	-2372	34.0	20.0	600	12.6	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	78.9	-75.5	0.0	0.125	1.0	0.001013	160	0.275

#### 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	76.6	40.0	0.0	40.0	-1723	34.0	20.0	600	12.6	6.0

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

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	57.3	-54.9	0.0	0.125	0.5	0.000743	160	0.202

#### 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	72.9	40.0	0.0	40.0	-1640	34.0	20.0	600	12.6	6.0

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

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	54.5	-52.2	0.0	0.125	0.5	0.000696	160	0.189

### 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):

$$V_{Rd} > V_d$$

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>50 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	50 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	50 di 106								

dove:

$V_d$  = Valore di calcolo del taglio agente;

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

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

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

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

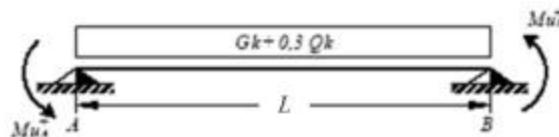
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

dove:

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

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

• **1° Schema:**

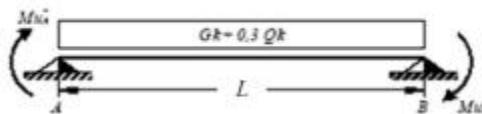


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

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

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

• **2° Schema:**



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

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

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

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

Base	0.30	m	$M_{uA}^{(+)}$	$M_{uB}^{(-)}$	$M_{uA}^{(-)}$	$M_{uB}^{(+)}$
------	------	---	----------------	----------------	----------------	----------------

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>51 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	51 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	51 di 106								

Altezza	0.40	m
L <sub>trave</sub>	6.30	m
L <sub>influenza</sub>	2.10	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>	11.76	kN/m
γ <sub>Q</sub>	0.30	[-]
Q <sub>k</sub>	0.00	kN/m
γ <sub>Rd</sub>	1.00	[-]

(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
114.4	148.6	148.6	114.4

1° Schema		2° Schema	
V <sub>A</sub> (kN)	V <sub>B</sub> (kN)	V <sub>A</sub> (kN)	V <sub>B</sub> (kN)
73.4	-0.7	84.2	10.1

V <sub>2 (output)</sub> =	-130.2	kN
V <sub>Ed</sub> =	84.22	kN

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata non è maggiore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante il SAP2000 (V<sub>2</sub>=139.0 kN) si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

$$V_{Ed-max} = 130.2 \text{ kN}$$

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>52 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	52 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	52 di 106								

<b>Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>		<b>[4.1.2.1.3.2]</b>
<p>La resistenza a taglio <math>V_{Rd}</math> di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.</p>		
$V_{Rd} \geq V_{Ed}$ $V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg \alpha + ctg \theta) \cdot \sin \alpha$ $V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg \alpha + ctg \theta) / (1 + ctg^2 \theta)$ $V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$		
Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$ <b>391.3 N/mm<sup>2</sup></b>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$ 1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$ <b>45 °</b> 0.79 rad
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$ <b>157.08 mm<sup>2</sup></b>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		$s$ <b>80 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>
		$V_{Rsd}$ 235.10 kN
		$V_{Rcd}$ 377.80 kN
		$V_{Rd}$ 235.10 kN
<b>Verifica:</b>	$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

Si adatteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 80 cm dal filo esterno del pilastro, staffe  $\Phi 10 / 8$  cm, per il rispetto dei limiti normativi, mentre nelle zone centrali di campata staffe  $\Phi 10 / 15$  cm.

### 8.3.3 Verifica a torsione:

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

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

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

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

Con riferimento al calcestruzzo la resistenza si calcola con:

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

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>53 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	53 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	53 di 106								

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:

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

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

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

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  
 $0,4 \leq ctg \theta \leq 2,5$

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

con:  $a_l = \Sigma A_l / u_m$

$a_s = A_s / s$

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

#### 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 $\theta$ (-)	1.00
$a_l$	0.0016
$a_s$	0.002
<b><math>T_{Rcd}</math> (kNm)</b>	<b>47.51</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 $\theta$ (-)	1.00
<b><math>T_{Rsd}</math> (kNm)</b>	<b>103.43</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> )	0.0016
A (m <sup>2</sup> )	0.07
$f_{yd}$ (kN/m <sup>2</sup> )	391300
ctg $\theta$ (-)	1.00
<b><math>T_{Rsd}</math> (kNm)</b>	<b>78.28</b>

**$T_{Rd}$  (kNm)**      47.51

**$T_{Ed}$  (kNm)**      10.9 sap

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>54 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	54 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	54 di 106								

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

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

$$T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.229$$

$$V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.554$$

$$= 0.783$$

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  $A_i$ , 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 mm
h =	400 mm
c =	60 mm

#### In campata:

Armatura tesa	4	Ø	20 mm
$A_s =$	1256	mm <sup>2</sup>	
$\rho = A_s / (bh) =$	0.01047		

Armatura compressa	3	Ø	20 mm
$A_s' =$	942	mm <sup>2</sup>	
$\rho_{comp} = A_s' / (bh) =$	0.00785		

$1,4 / f_{yk} =$	0.00311	
$\rho_{comp} + 3,5 / f_{yk} =$	0.01563	La verifica risulta soddisfatta

#### Agli appoggi:

Armatura tesa	4	Ø	20 mm
$A_s =$	1256	mm <sup>2</sup>	
$\rho = A_s / (bh) =$	0.01047		

Armatura compressa	3	Ø	20 mm
--------------------	---	---	-------

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>55 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	55 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	55 di 106								

$$A_s' = 942 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\text{comp}} = A_s' / (bh) = 0.00785$$

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

$$\rho_{\text{comp}} + 3,5/f_{yk} = 0.01563 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

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:

$$\rho_{\text{comp}} = A_s' / (bh) = 0.0079$$

$$0,25\rho = 0.0026 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

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:

$$\rho_{\text{comp}} = A_s' / (bh) = 0.0079$$

$$0,5\rho = 0.0052 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

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

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

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

$$s1 = 85 \text{ mm}$$

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

$$s3 = 160 \text{ mm}$$

$$s4 = 240 \text{ mm}$$

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

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:

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

e comunque non minore di  $0.0013 b_t d$

  	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>56 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	56 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	56 di 106								

$f_{ctm} = 2.77$  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>  
 $A_s = 1256$  mm<sup>2</sup>      La verifica risulta soddisfatta  
 $0.0013 b_t d = 132.6$  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:

$A_s = 942$  mm<sup>2</sup>  
 $V_{Ed} = 84.2$  kN  
 $f_{yk} = 450$  MPa  
 $\gamma_s = 1.15$   
 $f_{yd} = 391.3$  MPa  
 $V_{Rd} = A_s \times f_{yd} = 368.6$  kN      La verifica risulta soddisfatta

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

$A_s = 1256$  mm<sup>2</sup>      La verifica risulta soddisfatta  
 $A_s' = 942$  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  
 $A_{sw} = 157$  mm<sup>2</sup>  
 $s = 0.15$  m  
 $A_{st} = A_{sw} / s = 1046.7$  mm<sup>2</sup>/mm      La verifica risulta soddisfatta  
 $0,8d = 272$  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.

   	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>57 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	57 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	57 di 106								

## 8.4 TRAVI 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).

		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	-1.4	0.0	0.2	0.0	<b>184.7</b>	30	3.2	INV_SLU
M3	min	0.0	-104.4	0.0	-0.9	0.0	<b>-110.3</b>	29	0.2	SLV2
M2	max	0.0	88.7	0.0	0.4	<b>0.0</b>	-18.6	29	6.2	SLV1
M2	min	0.0	73.9	0.0	-0.4	<b>0.0</b>	-63.0	29	6.2	SLV1
T	max	0.0	-58.2	0.0	<b>0.9</b>	0.0	28.6	29	0.2	SLV2
T	min	0.0	-104.4	0.0	<b>-0.9</b>	0.0	-110.3	29	0.2	SLV2
V3	max	0.0	-58.2	<b>0.0</b>	0.9	0.0	28.6	29	0.2	SLV2
V3	min	0.0	-104.4	<b>0.0</b>	-0.9	0.0	-110.3	29	0.2	SLV2
V2	max	0.0	<b>182.2</b>	0.0	0.2	0.0	-73.2	30	6.2	INV_SLU
V2	min	0.0	<b>-185.4</b>	0.0	0.1	0.0	-96.8	30	0.2	INV_SLU
P	max	<b>0.0</b>	-155.8	0.0	0.1	0.0	-84.8	29	0.2	INV_SLU
P	min	<b>0.0</b>	-155.8	0.0	0.1	0.0	-84.8	29	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	9.7	0.0	0.2	0.0	<b>139.0</b>	30	3.4	INV_SLR
M3	min	0.0	-139.4	0.0	0.0	0.0	<b>-87.2</b>	29	0.0	INV_SLR
M2	max	0.0	-120.5	0.0	0.1	<b>0.0</b>	-75.2	29	0.0	INV_SLR
M2	min	0.0	117.7	0.0	0.0	<b>0.0</b>	-78.6	29	6.3	INV_SLR
T	max	0.0	-120.7	0.0	<b>0.2</b>	0.0	-73.9	31	0.0	INV_SLR
T	min	0.0	-139.4	0.0	<b>0.0</b>	0.0	-87.2	29	0.0	INV_SLR
V3	max	0.0	-120.5	<b>0.0</b>	0.1	0.0	-75.2	29	0.0	INV_SLR
V3	min	0.0	-139.4	<b>0.0</b>	0.0	0.0	-87.2	29	0.0	INV_SLR
V2	max	0.0	<b>139.0</b>	0.0	0.2	0.0	-66.1	30	6.3	INV_SLR
V2	min	0.0	<b>-141.4</b>	0.0	0.1	0.0	-85.4	30	0.0	INV_SLR
P	max	<b>0.0</b>	-120.5	0.0	0.1	0.0	-75.2	29	0.0	INV_SLR
P	min	<b>0.0</b>	-120.5	0.0	0.1	0.0	-75.2	29	0.0	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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">FA0120 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">58 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	58 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	58 di 106								

		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	-6.8	0.0	0.0	0.0	95.9	30	2.9	INV_SLF
M3	min	0.0	-94.7	0.0	-0.1	0.0	-55.1	29	0.0	INV_SLF
M2	max	0.0	94.7	0.0	0.0	0.0	-50.2	29	6.3	INV_SLF
M2	min	0.0	87.1	0.0	-0.1	0.0	-55.1	29	6.3	INV_SLF
T	max	0.0	-87.3	0.0	0.1	0.0	-51.1	31	0.0	INV_SLF
T	min	0.0	-96.2	0.0	-0.1	0.0	-54.7	30	0.0	INV_SLF
V3	max	0.0	-87.4	0.0	0.0	0.0	-50.4	29	0.0	INV_SLF
V3	min	0.0	-94.7	0.0	-0.1	0.0	-55.1	29	0.0	INV_SLF
V2	max	0.0	96.2	0.0	0.0	0.0	-50.2	30	6.3	INV_SLF
V2	min	0.0	-96.2	0.0	-0.1	0.0	-54.7	30	0.0	INV_SLF
P	max	0.0	-87.4	0.0	0.0	0.0	-50.4	29	0.0	INV_SLF
P	min	0.0	-87.4	0.0	0.0	0.0	-50.4	29	0.0	INV_SLF

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	-6.8	0.0	0.0	0.0	88.4	30	2.9	INV_SLQ
M3	min	0.0	-87.3	0.0	0.0	0.0	-50.8	29	0.0	INV_SLQ
M2	max	0.0	-87.3	0.0	0.0	0.0	-50.8	29	0.0	INV_SLQ
M2	min	0.0	-87.3	0.0	0.0	0.0	-50.8	29	0.0	INV_SLQ
T	max	0.0	-88.7	0.0	0.0	0.0	-50.5	30	0.0	INV_SLQ
T	min	0.0	-87.3	0.0	0.0	0.0	-50.8	29	0.0	INV_SLQ
V3	max	0.0	-87.3	0.0	0.0	0.0	-50.8	29	0.0	INV_SLQ
V3	min	0.0	-87.3	0.0	0.0	0.0	-50.8	29	0.0	INV_SLQ
V2	max	0.0	88.7	0.0	0.0	0.0	-50.5	30	6.3	INV_SLQ
V2	min	0.0	-88.7	0.0	0.0	0.0	-50.5	30	0.0	INV_SLQ
P	max	0.0	-87.3	0.0	0.0	0.0	-50.8	29	0.0	INV_SLQ
P	min	0.0	-87.3	0.0	0.0	0.0	-50.8	29	0.0	INV_SLQ

#### 8.4.1 Verifica a flessione

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

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

1) Zone d'appoggio:

- Armatura superiore 6  $\Phi$  20
- Armatura inferiore 4  $\Phi$  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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>59 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	59 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	59 di 106								

## 2) Campata:

- Armatura superiore 4  $\Phi$  20
- Armatura inferiore 6  $\Phi$  20

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

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

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

### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Trave40x40

(Percorso File: D:\Commesse\BPK-Cancello-Frasso\EDIFICI\FV01\_verifiche\Trave40x40.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<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  
Sc Limite : 168.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio  
Sc Limite : 168.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio  
Sc Limite : 126.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. 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.  $\beta_1*\beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1*\beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm<sup>2</sup>

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

  	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>60 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	60 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	60 di 106								

Base: 40.0 cm  
 Altezza: 40.0 cm  
 Barre inferiori : 6Ø20 (18.8 cm<sup>2</sup>)  
 Barre superiori : 4Ø20 (12.6 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	18470	2070	0
2	0	11030	18270	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	13900

**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	9590

**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	8840

**RISULTATI DEL CALCOLO**

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

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x 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 >=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)

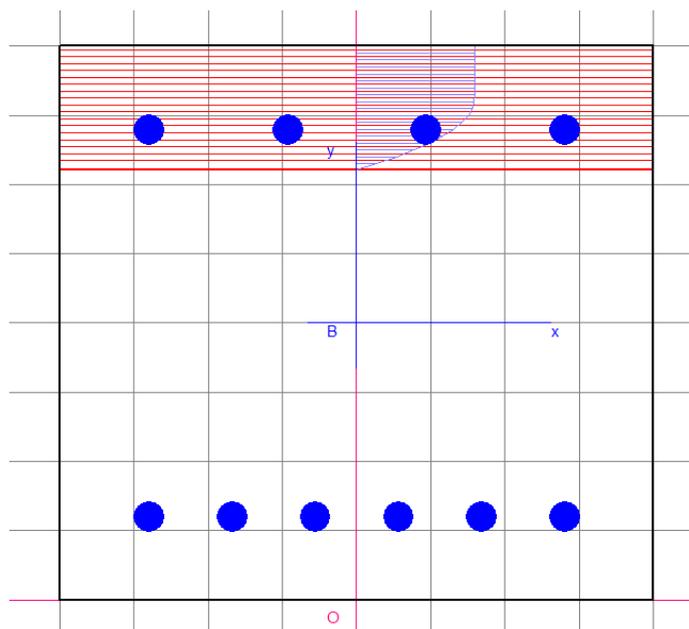
## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

## FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 EZZ	CL	FA0120 001	B	61 di 106

C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue  
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 18.8 cm<sup>2</sup>  
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 12.6 cm<sup>2</sup>

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	18470	29	22071	1.195	31.0	0.26	0.77
2	S	0	11030	29	22071	2.001	31.0	0.26	0.77



## 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	-0.00320	40.0	0.00116	34.0	-0.00978	6.0
2	0.00350	-0.00320	40.0	0.00116	34.0	-0.00978	6.0

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

Diametro staffe:	10 mm	
Passo staffe:	8.0 cm	[Passo massimo di normativa = 8.5]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	19.6 cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima normativa = 6.0]

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

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

   	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>62 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	62 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	62 di 106								

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	2070	5916	33471	58776	40.0	21.80	1.000	0.7
2	S	18270	5916	33471	58776	40.0	21.80	1.000	6.1

#### 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	122.3	40.0	0.0	40.0	-2551	34.0	20.0	800	18.8	5.6

#### 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)
Betal2	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	Betal2	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	94.1	-88.3	0.0	0.125	1.0	0.001140	154	0.298

#### 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	84.4	40.0	0.0	40.0	-1760	34.0	20.0	800	18.8	5.6

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

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Betal2	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	64.9	-60.9	0.0	0.125	0.5	0.000782	154	0.204

#### 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	77.8	40.0	0.0	40.0	-1622	34.0	20.0	800	18.8	5.6

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

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Betal2	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	59.8	-56.1	0.0	0.125	0.5	0.000704	154	0.184

### 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

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>63 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	63 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	63 di 106								

estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovra resistenza  $\gamma_{Rd}$  assunto pari a 1.0 per CDB.

Deve risultare (NTC2008 – 4.1.2.1.3.2):

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

$V_d$  = Valore di calcolo del taglio agente;

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

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

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

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

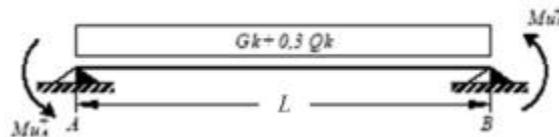
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

dove:

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

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

• **1° Schema:**

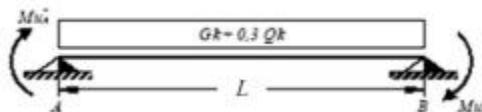


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

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

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

• **2° Schema:**



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

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

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>64 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	64 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	64 di 106								

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

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	<b>MuA(+)</b> <b>(kNm)</b>	<b>MuB(-)</b> <b>(kNm)</b>	<b>MuA(-)</b> <b>(kNm)</b>	<b>MuB(+)</b> <b>(kNm)</b>
Altezza	0.40	m	<b>152.5</b>	<b>220.7</b>	<b>220.7</b>	<b>152.5</b>
Ltrave	6.30	m				
L <sub>influenza</sub>	4.20	m	<b>1° Schema</b>		<b>2° Schema</b>	
Peso proprio trave	3.00	kN/m	<b>V<sub>A</sub> (kN)</b>	<b>V<sub>B</sub> (kN)</b>	<b>V<sub>A</sub> (kN)</b>	<b>V<sub>B</sub> (kN)</b>
Carico solaio	3.00	kN/m <sup>2</sup>	122.5	-25.7	144.2	-4.0
Carico perm.	2.60	kN/m <sup>2</sup>				
G <sub>k</sub>	23.52	kN/m	<b>V<sub>2 (output) =</sub></b>		185.4	kN
Y <sub>0</sub>	0.30	[-]	<b>V<sub>Ed</sub> =</b>		144.2	kN
Q <sub>k</sub>	0.00	kN/m				
Y <sub>Rd</sub>	1.00	[-]				

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 (V<sub>2</sub>=185.4 kN) si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

$$V_{Ed-max} = 185.4 \text{ kN}$$

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>65 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	65 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	65 di 106								

### Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

[4.1.2.1.3.2]

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

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

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

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

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

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3</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
		$V_{Rcd}$	503.73 kN
		$V_{Rd}$	235.10 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

Si adatteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 80 cm dal filo esterno del pilastro, staffe  $\Phi 10 / 8$  cm, per il rispetto dei limiti normativi, mentre nelle zone centrali di campata staffe  $\Phi 10 / 15$  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.

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>66 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	66 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	66 di 106								

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

Con riferimento al calcestruzzo la resistenza si calcola con:

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

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:

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

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

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

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  $0,4 \leq \cotg\theta \leq 2,5$

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

con:  $a_l = \Sigma A_l / u_m$

$a_s = A_s / s$

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

<b>Calcestruzzo</b>		<b>Staffe Trasversali</b>		<b>Armatura Longitudinale</b>	
B (m)	0.4	B (m)	0.4	B (m)	0.4
H (m)	0.4	H (m)	0.4	H (m)	0.4
$A_c$ (m <sup>2</sup> )	0.16	$A_c$ (m <sup>2</sup> )	0.16	$A_c$ (m <sup>2</sup> )	0.16
$u$ (m)	1.6	$u$ (m)	1.6	$u$ (m)	1.6
$t$ (m)	0.10	$t$ (m)	0.10	$t$ (m)	0.10
$A$ (m <sup>2</sup> )	0.09	$A_s$ (m <sup>2</sup> )	0.0002	$u_m$ (m)	1.20
$f'_{cd}$ (kN/m <sup>2</sup> )	8230.8	$A$ (m <sup>2</sup> )	0.09	$\Sigma A_l$ (m <sup>2</sup> )	0.0002
$\cotg\theta$ (-)	0.35	$s$ (prog.) (m)	0.08	$A$ (m <sup>2</sup> )	0.09
$a_l$	0.0002	$f_{yd}$ (kN/m <sup>2</sup> )	391300	$f_{yd}$ (kN/m <sup>2</sup> )	391300
$a_s$	0.002	$\cotg\theta$ (-)	0.35	$\cotg\theta$ (-)	0.35
<b><math>T_{Rcd}</math> (kNm)</b>	<b>38.70</b>	<b><math>T_{Rsd}</math> (kNm)</b>	<b>48.87</b>	<b><math>T_{Rsd}</math> (kNm)</b>	<b>32.58</b>

**$T_{Rd}$  (kNm)** 32.58

**$T_{Ed}$  (kNm)** 1.00 sap

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>67 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	67 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	67 di 106								

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

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

$$T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.031$$

$$V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.789$$

$$= 0.819$$

La verifica risulta soddisfatta

#### 8.4.4 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  $A_i$ , 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:

Armatura tesa                      6 Ø              20 mm

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

$$\rho = A_s / (bh) = 0.01178$$

Armatura compressa              4 Ø              20 mm

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

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.00785$$

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

$$\rho_{comp} + 3,5 / f_{yk} = 0.01563$$

La verifica risulta soddisfatta

##### Agli appoggi:

Armatura tesa                      6 Ø              20 mm

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

$$\rho = A_s / (bh) = 0.01178$$

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>68 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	68 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	68 di 106								

Armatura compressa                    4    Ø            20 mm  
 $A_s' =$     1256 mm<sup>2</sup>  
 $\rho_{comp} = A_s' / (bh) =$                     0.00785  
  
 $1,4/f_{yk} =$                                         0.00311  
 $\rho_{comp} + 3,5/f_{yk} =$                         0.01563                    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:  
 $\rho_{comp} = A_s' / (bh) =$                     0.0079  
 $0,25\rho =$                                         0.0029                    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:  
 $\rho_{comp} = A_s' / (bh) =$                     0.0079  
 $0,5\rho =$                                         0.0059                    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:

5. un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
6. 225 mm (per CD"B");
7. 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche (per CD"B")
8. 24 volte il diametro delle armature trasversali

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:

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

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>69 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	69 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	69 di 106								

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
$b_t =$	400 mm	larghezza media della zona tesa

$A_{smin} =$	217.6 mm <sup>2</sup>	
$A_s =$	1884 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta

$$0.0013 b_t d = 176.8 \text{ mm}^2$$

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

$A_s =$	1256 mm <sup>2</sup>	
$V_{Ed} =$	192.0 kN	
$f_{yk} =$	450 MPa	
$\gamma_s =$	1.15	
$f_{yd} =$	391.3 MPa	
$V_{Rd} = A_s \times f_{yd} =$	491.5 kN	La verifica risulta soddisfatta

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

$A_s =$	1884 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
$A_s' =$	1256 mm <sup>2</sup>	La verifica risulta soddisfatta
$0,04A_c =$	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	
$A_{sw} =$	157 mm <sup>2</sup>	
$s =$	0.15 m	
$A_{st} = A_{sw} / s =$	1046.7 mm <sup>2</sup> /mm	La verifica risulta soddisfatta
$0,8d =$	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.

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>70 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	70 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	70 di 106								

## 8.5 PILASTRI (40X30)

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:

$$\lambda = L_0 / i = 3850/115,5 = 33,33$$

dove:

$L_0 = \beta L = 3,85$  m lunghezza di libera inflessione

$\beta = 1$  coefficiente di vincolo per asta incastrata al piede

$L = 3.85$  m luce netta del pilastro

$$i = (I/A)^{0,5} = [(h^3 \cdot b) / (12 \cdot b \cdot h)]^{0,5} = [400^3 \cdot 300 / (12 \cdot 400 \cdot 300)]^{0,5} = 115,5 \text{ mm raggio giratore d'inerzia (asse debole);}$$

Per il calcolo si riferimento alla combinazione di carico che massimizza lo sforzo assiale massimo, di seguito riportato.

Ned	276700	N
Ac	120000	mmq
$\nu$	0.145295	
fcd	15.87	Mpa
C	2.182112	
rm	0.482112	
M02	92.8	kNm
M01	44.74	kNm
$\lambda_{lim}$	<b>88.16</b>	
L0	3.85	m
i	115.47	mm
$\beta$	1	
L	3.85	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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>71 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	71 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	71 di 106								

$\lambda$                     **33.34**

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.

$d_r=0,0054$  m;

h=3,85 m;

Per la combinazione massima si ha che:

P= -1471.4 kN

V= 156.5 kN

$\theta =0,0132 < 0.1$

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
14	0.5	SLD_Uy	Min	-125.751	-8.798	-48.653	-0.5993	-86.3241	-16.0225
14	2.425	SLD_Uy	Min	-119.977	-8.798	-48.653	-0.5993	7.3324	0.9132
14	4.35	SLD_Uy	Min	-114.204	-8.798	-48.653	-0.5993	16.235	0.0585
15	0.5	SLD_Uy	Min	-162.44	-33.418	-7.699	-0.8173	-15.0199	-52.3774
15	2.425	SLD_Uy	Min	-156.667	-33.418	-7.699	-0.8173	-0.1997	11.9511
15	4.35	SLD_Uy	Min	-150.893	-33.418	-7.699	-0.8173	-18.2175	17.3862
16	0.5	SLD_Uy	Min	-159.187	-32.686	-8.243	-0.4315	-16.4693	-49.7383
16	2.425	SLD_Uy	Min	-153.414	-32.686	-8.243	-0.4315	-0.6024	13.1826
16	4.35	SLD_Uy	Min	-147.641	-32.686	-8.243	-0.4315	-15.2645	20.9459
17	0.5	SLD_Uy	Min	-162.44	-33.418	-9.988	-0.8385	-20.2358	-52.3774
17	2.425	SLD_Uy	Min	-156.666	-33.418	-9.988	-0.8385	-1.0092	11.9511
17	4.35	SLD_Uy	Min	-150.893	-33.418	-9.988	-0.8385	-14.6206	17.3862
18	0.5	SLD_Uy	Min	-125.751	-0.893	-48.653	-0.6226	-86.3241	-3.4978
18	2.425	SLD_Uy	Min	-119.977	-0.893	-48.653	-0.6226	7.3324	-1.7782

  	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>72 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	72 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	72 di 106								

18	4.35	SLD_Uy	Min	-114.204	-0.893	-48.653	-0.6226	16.235	-17.8491
19	0.5	SLD_Uy	Min	-125.751	-8.798	-3.665	-0.6226	-30.344	-16.0225
19	2.425	SLD_Uy	Min	-119.977	-8.798	-3.665	-0.6226	-23.2895	0.9132
19	4.35	SLD_Uy	Min	-114.204	-8.798	-3.665	-0.6226	-100.989	0.0585
20	0.5	SLD_Uy	Min	-162.44	1.583	-7.699	-0.8385	-15.0199	-11.2932
20	2.425	SLD_Uy	Min	-156.666	1.583	-7.699	-0.8385	-0.1997	-14.34
20	4.35	SLD_Uy	Min	-150.893	1.583	-7.699	-0.8385	-18.2175	-76.28
21	0.5	SLD_Uy	Min	-159.187	3.328	-8.243	-0.4315	-16.4693	-8.1337
21	2.425	SLD_Uy	Min	-153.414	3.328	-8.243	-0.4315	-0.6024	-14.5402
21	4.35	SLD_Uy	Min	-147.641	3.328	-8.243	-0.4315	-15.2645	-76.1044
22	0.5	SLD_Uy	Min	-162.44	1.583	-9.988	-0.8173	-20.2358	-11.2932
22	2.425	SLD_Uy	Min	-156.666	1.583	-9.988	-0.8173	-1.0092	-14.34
22	4.35	SLD_Uy	Min	-150.893	1.583	-9.988	-0.8173	-14.6206	-76.28
23	0.5	SLD_Uy	Min	-125.751	-0.893	-3.665	-0.5993	-30.344	-3.4978
23	2.425	SLD_Uy	Min	-119.977	-0.893	-3.665	-0.5993	-23.2895	-1.7782
23	4.35	SLD_Uy	Min	-114.204	-0.893	-3.665	-0.5993	-100.989	-17.8491

### 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>	-111.2	16.0	19.8	1.7	32.7	<b>108.8</b>	15	4.4	SLV2
<b>M3</b>	<b>min</b>	-258.9	35.2	-1.4	-0.4	1.1	<b>-114.3</b>	21	4.4	INV_SLU
<b>M2</b>	<b>max</b>	-139.3	-6.8	49.5	0.8	<b>98.9</b>	0.9	15	0.5	SLV1
<b>M2</b>	<b>min</b>	-159.9	-28.2	-49.5	-0.8	<b>-98.9</b>	-42.0	17	0.5	SLV1
<b>T</b>	<b>max</b>	-122.7	16.0	19.8	<b>1.7</b>	39.7	46.4	15	0.5	SLV2
<b>T</b>	<b>min</b>	-176.5	-51.0	-19.8	<b>-1.7</b>	-39.7	-87.5	17	0.5	SLV2
<b>V3</b>	<b>max</b>	-139.3	-6.8	<b>49.5</b>	0.8	98.9	0.9	15	0.5	SLV1
<b>V3</b>	<b>min</b>	-159.9	-28.2	<b>-49.5</b>	-0.8	-98.9	-42.0	17	0.5	SLV1
<b>V2</b>	<b>max</b>	-122.7	<b>51.0</b>	19.8	1.7	39.7	87.5	20	0.5	SLV2
<b>V2</b>	<b>min</b>	-176.5	<b>-51.0</b>	-17.5	-1.7	-34.5	-87.5	15	0.5	SLV2
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-111.2</b>	16.0	19.8	1.7	32.7	108.8	15	4.4	SLV2
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-274.5</b>	37.6	-3.8	-0.2	-7.9	44.4	22	0.5	INV_SLU

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	73 di 106

		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>	-169.4	-28.7	1.0	-0.1	-0.7	<b>75.3</b>	16	4.4	INV_SLR
<b>M3</b>	<b>min</b>	-190.8	25.9	-1.0	-0.2	0.7	<b>-82.7</b>	21	4.4	INV_SLR
<b>M2</b>	<b>max</b>	-181.6	-3.3	3.0	-0.2	<b>6.3</b>	-8.9	15	0.5	INV_SLR
<b>M2</b>	<b>min</b>	-202.9	27.4	-2.7	-0.1	<b>-5.6</b>	32.4	22	0.5	INV_SLR
<b>T</b>	<b>max</b>	-184.4	32.4	-1.9	<b>0.1</b>	-4.1	40.0	22	0.5	INV_SLR
<b>T</b>	<b>min</b>	-202.9	28.2	0.6	<b>-0.4</b>	1.5	34.1	20	0.5	INV_SLR
<b>V3</b>	<b>max</b>	-181.6	-3.3	<b>3.0</b>	-0.2	6.3	-8.9	15	0.5	INV_SLR
<b>V3</b>	<b>min</b>	-202.9	27.4	<b>-2.7</b>	-0.1	-5.6	32.4	22	0.5	INV_SLR
<b>V2</b>	<b>max</b>	-183.4	<b>33.2</b>	-0.4	-0.1	-0.8	40.3	21	0.5	INV_SLR
<b>V2</b>	<b>min</b>	-188.7	<b>-35.1</b>	2.3	-0.4	-5.3	61.8	15	4.4	INV_SLR
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-169.4</b>	-28.7	1.0	-0.1	-0.7	75.3	16	4.4	INV_SLR
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-202.9</b>	27.4	-2.7	-0.1	-5.6	32.4	22	0.5	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>	-138.2	-18.4	0.2	0.1	0.9	<b>53.7</b>	16	4.4	INV_SLF
<b>M3</b>	<b>min</b>	-145.8	18.4	-0.2	-0.1	-0.9	<b>-53.7</b>	21	4.4	INV_SLF
<b>M2</b>	<b>max</b>	-151.6	19.9	1.7	0.1	<b>3.6</b>	23.7	20	0.5	INV_SLF
<b>M2</b>	<b>min</b>	-158.8	-19.2	-1.7	-0.1	<b>-3.6</b>	-22.4	17	0.5	INV_SLF
<b>T</b>	<b>max</b>	-151.4	-14.3	1.5	<b>0.1</b>	3.2	-18.1	15	0.5	INV_SLF
<b>T</b>	<b>min</b>	-158.8	17.7	0.9	<b>-0.1</b>	2.1	20.4	20	0.5	INV_SLF
<b>V3</b>	<b>max</b>	-151.6	19.9	<b>1.7</b>	0.1	3.6	23.7	20	0.5	INV_SLF
<b>V3</b>	<b>min</b>	-158.8	-19.2	<b>-1.7</b>	-0.1	-3.6	-22.4	17	0.5	INV_SLF
<b>V2</b>	<b>max</b>	-149.9	<b>20.4</b>	0.5	0.1	1.0	23.9	21	0.5	INV_SLF
<b>V2</b>	<b>min</b>	-158.8	<b>-21.1</b>	0.7	-0.1	1.7	-23.1	15	0.5	INV_SLF
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-138.2</b>	-18.4	0.2	0.1	0.9	53.7	16	4.4	INV_SLF
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-158.8</b>	-21.1	0.7	-0.1	1.7	-23.1	15	0.5	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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">FA0120 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">74 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	74 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	74 di 106								

		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>	-138.3	-18.4	0.0	0.0	0.0	<b>49.6</b>	16	4.4	INV_SLQ
<b>M3</b>	<b>min</b>	-138.3	18.4	0.0	0.0	0.0	<b>-49.6</b>	21	4.4	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>max</b>	-151.5	-17.9	1.2	0.0	<b>2.7</b>	-20.9	15	0.5	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>min</b>	-151.5	-17.9	-1.2	0.0	<b>-2.7</b>	-20.9	17	0.5	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>max</b>	-151.5	-17.9	1.2	<b>0.0</b>	2.7	-20.9	15	0.5	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>min</b>	-151.5	-17.9	-1.2	<b>0.0</b>	-2.7	-20.9	17	0.5	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>max</b>	-151.5	-17.9	<b>1.2</b>	0.0	2.7	-20.9	15	0.5	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>min</b>	-151.5	-17.9	<b>-1.2</b>	0.0	-2.7	-20.9	17	0.5	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>max</b>	-149.9	<b>18.4</b>	0.0	0.0	0.0	21.2	21	0.5	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>min</b>	-149.9	<b>-18.4</b>	0.0	0.0	0.0	-21.2	16	0.5	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-138.3</b>	-18.4	0.0	0.0	0.0	49.6	16	4.4	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-151.5</b>	-17.9	1.2	0.0	2.7	-20.9	15	0.5	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>	-72.6	30.0	-4.0	0.7	13.2	<b>58.8</b>	18	0.5	SLV1
<b>M3</b>	<b>min</b>	-143.4	-30.0	-41.0	-0.7	-69.2	<b>-58.8</b>	14	0.5	SLV1
<b>M2</b>	<b>max</b>	-70.7	6.2	77.5	1.3	<b>150.7</b>	14.3	19	0.5	SLV2
<b>M2</b>	<b>min</b>	-145.3	-14.1	-77.5	-1.3	<b>-150.7</b>	-26.8	14	0.5	SLV2
<b>T</b>	<b>max</b>	-70.7	6.2	32.5	<b>1.3</b>	94.8	14.3	14	0.5	SLV2
<b>T</b>	<b>min</b>	-145.3	-6.2	-77.5	<b>-1.3</b>	-150.7	-14.3	18	0.5	SLV2
<b>V3</b>	<b>max</b>	-70.7	6.2	<b>77.5</b>	1.3	150.7	14.3	19	0.5	SLV2
<b>V3</b>	<b>min</b>	-145.3	-14.1	<b>-77.5</b>	-1.3	-150.7	-26.8	14	0.5	SLV2
<b>V2</b>	<b>max</b>	-72.6	<b>30.0</b>	-4.0	0.7	13.2	58.8	18	0.5	SLV1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-143.4	<b>-30.0</b>	-41.0	-0.7	-69.2	-58.8	14	0.5	SLV1
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-59.1</b>	6.2	32.5	1.3	147.8	27.7	14	4.4	SLV2
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-184.3</b>	-5.7	46.5	-0.5	64.6	-9.3	19	0.5	INV_SLU

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	75 di 106

		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>	-110.9	-4.8	-25.9	-0.1	71.7	<b>11.4</b>	14	4.4	INV_SLR
<b>M3</b>	<b>min</b>	-125.5	4.5	29.8	-0.2	-88.2	<b>-11.0</b>	23	4.4	INV_SLR
<b>M2</b>	<b>max</b>	-111.1	4.6	-25.3	0.0	<b>75.8</b>	-9.1	18	4.4	INV_SLR
<b>M2</b>	<b>min</b>	-125.7	-4.4	32.7	-0.3	<b>-90.2</b>	8.7	19	4.4	INV_SLR
<b>T</b>	<b>max</b>	-127.0	5.0	37.8	<b>0.0</b>	53.1	8.4	23	0.5	INV_SLR
<b>T</b>	<b>min</b>	-137.2	-4.4	34.0	<b>-0.3</b>	46.8	-7.0	19	0.5	INV_SLR
<b>V3</b>	<b>max</b>	-127.4	-3.8	<b>39.1</b>	-0.2	56.2	-5.9	19	0.5	INV_SLR
<b>V3</b>	<b>min</b>	-120.9	-5.3	<b>-29.2</b>	-0.3	61.7	10.6	14	4.4	INV_SLR
<b>V2</b>	<b>max</b>	-127.0	<b>5.0</b>	37.8	0.0	53.1	8.4	23	0.5	INV_SLR
<b>V2</b>	<b>min</b>	-132.4	<b>-5.3</b>	-18.2	-0.3	-19.5	-8.8	14	0.5	INV_SLR
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-110.9</b>	-4.8	-25.9	-0.1	71.7	11.4	14	4.4	INV_SLR
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-137.2</b>	-4.4	34.0	-0.3	46.8	-7.0	19	0.5	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>	-97.3	-3.8	24.6	0.1	-58.2	<b>9.5</b>	19	4.4	INV_SLF
<b>M3</b>	<b>min</b>	-101.2	3.9	-23.9	-0.1	58.2	<b>-9.5</b>	18	4.4	INV_SLF
<b>M2</b>	<b>max</b>	-97.0	-3.7	-22.5	0.1	<b>62.5</b>	9.3	14	4.4	INV_SLF
<b>M2</b>	<b>min</b>	-101.2	-4.3	22.0	-0.1	<b>-63.2</b>	8.7	19	4.4	INV_SLF
<b>T</b>	<b>max</b>	-108.6	-3.7	-20.0	<b>0.1</b>	-24.7	-5.8	14	0.5	INV_SLF
<b>T</b>	<b>min</b>	-112.7	-4.3	22.0	<b>-0.1</b>	26.4	-6.9	19	0.5	INV_SLF
<b>V3</b>	<b>max</b>	-108.9	-3.8	<b>25.0</b>	0.1	32.4	-6.0	19	0.5	INV_SLF
<b>V3</b>	<b>min</b>	-112.7	-4.1	<b>-25.2</b>	-0.1	-31.2	-6.6	14	0.5	INV_SLF
<b>V2</b>	<b>max</b>	-108.7	<b>4.3</b>	-20.3	0.1	-24.8	6.9	18	0.5	INV_SLF
<b>V2</b>	<b>min</b>	-112.7	<b>-4.3</b>	22.0	-0.1	26.4	-6.9	19	0.5	INV_SLF
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-97.0</b>	-3.7	-22.5	0.1	62.5	9.3	14	4.4	INV_SLF
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-112.7</b>	-4.1	-25.2	-0.1	-31.2	-6.6	14	0.5	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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>76 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	76 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	76 di 106								

		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>	-97.4	-4.0	-22.8	0.0	59.4	<b>9.0</b>	14	4.4	INV_SLQ
<b>M3</b>	<b>min</b>	-97.4	4.0	-22.8	0.0	59.4	<b>-9.0</b>	18	4.4	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>max</b>	-97.4	-4.0	-22.8	0.0	<b>59.4</b>	9.0	14	4.4	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>min</b>	-97.4	-4.0	22.8	0.0	<b>-59.4</b>	9.0	19	4.4	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>max</b>	-109.0	-4.0	-22.8	<b>0.0</b>	-28.3	-6.3	14	0.5	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>min</b>	-109.0	4.0	-22.8	<b>0.0</b>	-28.3	6.3	18	0.5	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>max</b>	-109.0	-4.0	<b>22.8</b>	0.0	28.3	-6.3	19	0.5	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>min</b>	-109.0	-4.0	<b>-22.8</b>	0.0	-28.3	-6.3	14	0.5	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>max</b>	-109.0	<b>4.0</b>	-22.8	0.0	-28.3	6.3	18	0.5	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>min</b>	-109.0	<b>-4.0</b>	-22.8	0.0	-28.3	-6.3	14	0.5	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-97.4</b>	-4.0	-22.8	0.0	59.4	9.0	14	4.4	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-109.0</b>	-4.0	-22.8	0.0	-28.3	-6.3	14	0.5	INV_SLQ

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

1) Lato corto:

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

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: D:\Commesse\BPK-Cancello-Frasso\EDIFICI\FV01\_verifiche\Pilastro30x40.sez)

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CONGLOMERATO - Classe: C28/35

## 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

## FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	77 di 106

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	20
2	-9.00	34.00	20
3	9.00	34.00	20
4	9.00	6.00	20

## DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

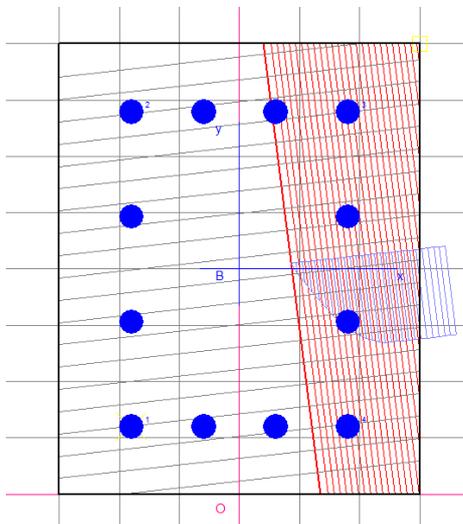
N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.  
N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.  
N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.  
Diam. Diametro in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

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

## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	78 di 106



## 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	7257	1324	5884	-400	2997
2	14343	-6922	-5884	-4099	-2997
3	7067	15073	1427	7754	624
4	14534	-15073	-2680	-7754	-1415
5	7067	9475	1427	3255	624
6	14534	-15073	-1427	-7754	-624
7	7067	15073	1427	7754	624
8	14534	-15073	-2680	-7754	-1415
9	7257	1324	5884	-400	2997
10	14343	-6922	-5884	-4099	-2997
11	5912	14778	2767	3255	624
12	18427	6464	-931	4653	-574
13	11115	10879	3275	1599	1975
14	25888	-11428	107	3517	-144
15	13934	89	9887	-680	4948
16	15991	-4198	-9887	-2820	-4948
17	12270	4644	3970	1599	1975
18	17655	-8752	-3970	-5099	-1975
19	13934	89	9887	-680	4948
20	15991	-4198	-9887	-2820	-4948
21	12270	8752	3970	5099	1975
22	17655	-8752	-3448	-5099	-1746
23	11115	10879	3275	1599	1975
24	27447	4442	-788	3764	-378

## 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	11088	7174	1141
2	12552	-8823	-1098
3	11111	7580	-910

  	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>79 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	79 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	79 di 106								

4	12570	-9023	867
5	12702	5312	840
6	13725	4682	-704
7	12743	5618	-593
8	12086	6166	1056
9	12702	5312	840
10	13241	-1950	-885
11	11088	7174	1141
12	13725	4682	-704
13	16936	7529	-72
14	19077	-8266	72
15	18157	-891	629
16	20293	3235	-560
17	18441	3999	-410
18	20290	3414	148
19	18157	-891	629
20	20293	3235	-560
21	18336	4028	-76
22	18867	6178	-530
23	16936	7529	-72
24	20293	3235	-560

**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	9733	-5818	951
2	10119	5816	-951
3	9704	6252	929
4	10119	-6322	872
5	10859	-2470	-578
6	11273	2638	-686
7	10888	3235	-601
8	11273	-3117	-663
9	10870	-2484	686
10	11273	2638	-686
11	9704	6252	929
12	11273	-3117	-663
13	13815	5372	89
14	14580	-5372	-89
15	15157	2369	365
16	15883	-2236	-365
17	15135	-1811	322
18	15883	2043	213
19	15157	2369	365
20	15883	-2236	-365
21	14988	2388	96
22	15883	-2315	170
23	13815	5372	89
24	15883	-2315	170

**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	9744	5943	901
2	9744	5943	-901
3	9744	5943	901
4	9744	-5943	901
5	10899	-2830	-632
6	10899	-2830	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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>80 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	80 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	80 di 106								

7	10899	2830	-632
8	10899	-2830	-632
9	10899	-2830	632
10	10899	-2830	-632
11	9744	5943	901
12	10899	-2830	-632
13	13833	4961	0
14	13833	-4961	0
15	15155	-2092	267
16	15155	-2092	-267
17	15155	-2092	267
18	15155	-2092	-267
19	15155	-2092	267
20	15155	-2092	-267
21	14988	2120	0
22	14988	-2120	0
23	13833	4961	0
24	15155	-2092	267

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 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	7257	1324	5884	7267	3044	13285	2.260
2	S	14343	-6922	-5884	14352	-11489	-9835	1.665
3	S	7067	15073	1427	7070	20112	1922	1.334
4	S	14534	-15073	-2680	14510	-19524	-3404	1.295
5	S	7067	9475	1427	7089	19314	2983	2.040
6	S	14534	-15073	-1427	14548	-20596	-1966	1.367
7	S	7067	15073	1427	7070	20112	1922	1.334
8	S	14534	-15073	-2680	14510	-19524	-3404	1.295
9	S	7257	1324	5884	7267	3044	13285	2.260
10	S	14343	-6922	-5884	14352	-11489	-9835	1.665
11	S	5912	14778	2767	5904	18853	3468	1.275
12	S	18427	6464	-931	18420	20135	-2957	3.116
13	S	11115	10879	3275	11119	17709	5244	1.626
14	S	25888	-11428	107	25862	-22438	220	1.963
15	S	13934	89	9887	13904	70	14320	1.448
16	S	15991	-4198	-9887	15970	-5510	-13031	1.317
17	S	12270	4644	3970	12293	11403	9823	2.463
18	S	17655	-8752	-3970	17683	-15758	-7130	1.800
19	S	13934	89	9887	13904	70	14320	1.448
20	S	15991	-4198	-9887	15970	-5510	-13031	1.317
21	S	12270	4644	3970	12292	15632	7042	1.784
22	S	17655	-8752	-3448	17638	-16596	-6533	1.896
23	S	11115	10879	3275	11119	17709	5244	1.626
24	S	27447	4442	-788	27420	20280	-3586	4.565

#### 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.)

## 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

## FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	81 di 106

Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00051	15.0	40.0	0.00169	9.0	34.0	-0.00404	-9.0	6.0
2	0.00350	-0.00002	-15.0	0.0	0.00203	-9.0	6.0	-0.00325	9.0	34.0
3	0.00350	-0.00069	15.0	40.0	0.00196	9.0	34.0	-0.00474	-9.0	6.0
4	0.00350	-0.00032	-15.0	0.0	0.00206	-9.0	6.0	-0.00396	9.0	34.0
5	0.00350	-0.00052	15.0	40.0	0.00199	9.0	34.0	-0.00438	-9.0	6.0
6	0.00350	-0.00053	-15.0	0.0	0.00202	-9.0	6.0	-0.00442	9.0	34.0
7	0.00350	-0.00069	15.0	40.0	0.00196	9.0	34.0	-0.00474	-9.0	6.0
8	0.00350	-0.00032	-15.0	0.0	0.00206	-9.0	6.0	-0.00396	9.0	34.0
9	0.00350	-0.00051	15.0	40.0	0.00169	9.0	34.0	-0.00404	-9.0	6.0
10	0.00350	-0.00002	-15.0	0.0	0.00203	-9.0	6.0	-0.00325	9.0	34.0
11	0.00350	-0.00047	15.0	40.0	0.00200	9.0	34.0	-0.00427	-9.0	6.0
12	0.00350	-0.00030	-15.0	40.0	0.00208	-9.0	34.0	-0.00395	9.0	6.0
13	0.00350	-0.00016	15.0	40.0	0.00207	9.0	34.0	-0.00361	-9.0	6.0
14	0.00350	-0.00068	15.0	0.0	0.00203	9.0	6.0	-0.00478	-9.0	34.0
15	0.00350	-0.00071	15.0	40.0	0.00154	9.0	34.0	-0.00436	-9.0	6.0
16	0.00350	-0.00017	-15.0	0.0	0.00189	-9.0	6.0	-0.00344	9.0	34.0
17	0.00350	-0.00005	15.0	40.0	0.00202	9.0	34.0	-0.00330	-9.0	6.0
18	0.00350	0.00001	-15.0	0.0	0.00211	-9.0	6.0	-0.00324	9.0	34.0
19	0.00350	-0.00071	15.0	40.0	0.00154	9.0	34.0	-0.00436	-9.0	6.0
20	0.00350	-0.00017	-15.0	0.0	0.00189	-9.0	6.0	-0.00344	9.0	34.0
21	0.00350	-0.00005	15.0	40.0	0.00208	9.0	34.0	-0.00337	-9.0	6.0
22	0.00350	0.00000	-15.0	0.0	0.00211	-9.0	6.0	-0.00328	9.0	34.0
23	0.00350	-0.00016	15.0	40.0	0.00207	9.0	34.0	-0.00361	-9.0	6.0
24	0.00350	-0.00005	-15.0	40.0	0.00215	-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,O gen.  
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000268924	0.000031953	-0.001811978		
2	-0.000158078	-0.000086988	0.001128834		
3	0.000049048	0.000207739	-0.005545264		
4	-0.000070222	-0.000169900	0.002446664		
5	0.000066556	0.000184698	-0.004886282		
6	-0.000047144	-0.000199676	0.002792838		
7	0.000049048	0.000207739	-0.005545264		
8	-0.000070222	-0.000169900	0.002446664		
9	0.000268924	0.000031953	-0.001811978		
10	-0.000158078	-0.000086988	0.001128834		
11	0.000074552	0.000175802	-0.004650371		
12	-0.000061929	0.000175397	-0.004444794		
13	0.000097364	0.000140333	-0.003573798		
14	0.000006928	-0.000238572	0.003396087		
15	0.000325532	0.000001343	-0.001436717		
16	-0.000219629	-0.000049086	0.000205571		
17	0.000159708	0.000087297	-0.002387507		
18	-0.000116677	-0.000115823	0.001749846		
19	0.000325532	0.000001343	-0.001436717		
20	-0.000219629	-0.000049086	0.000205571		
21	0.000118944	0.000118073	-0.003007099		
22	-0.000109172	-0.000122302	0.001862417		
23	0.000097364	0.000140333	-0.003573798		
24	-0.000068117	0.000156187	-0.003769224		

## 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

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>82 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	82 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	82 di 106								

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  
Vdsu 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	Vdsu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	2928	23820	40983	23.7	39.3	21.80°	1.038	1.4
2	S	4601	24194	38002	22.0	41.6	21.80°	1.075	2.4
3	S	7689	23753	53082	30.7	30.3	21.80°	1.037	2.8
4	S	7706	23959	49993	28.9	31.3	21.80°	1.076	3.0
5	S	3274	23071	49083	28.4	31.8	21.80°	1.037	1.3
6	S	7689	24651	53082	30.7	30.3	21.80°	1.076	2.8
7	S	7689	23753	53082	30.7	30.3	21.80°	1.037	2.8
8	S	7706	23959	49993	28.9	31.3	21.80°	1.076	3.0
9	S	2928	23820	40983	23.7	39.3	21.80°	1.038	1.4
10	S	4601	24194	38002	22.0	41.6	21.80°	1.075	2.4
11	S	3240	22937	49694	28.7	31.4	21.80°	1.031	1.3
12	S	4578	25275	48060	27.8	33.7	21.80°	1.097	1.9
13	S	2440	23569	43953	25.4	35.6	21.80°	1.058	1.1
14	S	3520	28919	57408	33.2	31.1	21.80°	1.136	1.2
15	S	4945	25434	41489	24.0	40.1	21.80°	1.073	2.3
16	S	5444	24484	40028	23.2	39.6	21.80°	1.084	2.7
17	S	2500	23944	38010	22.0	41.6	21.80°	1.064	1.3
18	S	4994	24111	41179	23.8	37.6	21.80°	1.093	2.4
19	S	4945	25434	41489	24.0	40.1	21.80°	1.073	2.3
20	S	5444	24484	40028	23.2	39.6	21.80°	1.084	2.7
21	S	4994	23487	41179	23.8	37.6	21.80°	1.064	2.4
22	S	4967	24215	41783	24.2	37.3	21.80°	1.093	2.3
23	S	2440	23569	43953	25.4	35.6	21.80°	1.058	1.1
24	S	3602	25447	49392	28.6	31.6	21.80°	1.144	1.4

**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	110.6	15.0	40.0	-1604	-9.0	6.0	283	135	0.125	0.151
2	S	129.4	0.0	0.0	-1938	9.0	34.0	300	136	0.125	0.195
3	S	110.5	-15.0	40.0	-1649	9.0	6.0	302	136	0.125	0.157
4	S	126.8	15.0	0.0	-1935	-9.0	34.0	313	137	0.125	0.196
5	S	82.5	15.0	40.0	-1062	-9.0	6.0	264	140	0.125	0.080
6	S	72.4	-15.0	40.0	-860	9.0	6.0	255	139	0.125	0.049
7	S	81.1	-15.0	40.0	-1081	9.0	6.0	290	135	0.125	0.078
8	S	97.0	15.0	40.0	-1323	-9.0	6.0	269	141	0.125	0.119
9	S	82.5	15.0	40.0	-1062	-9.0	6.0	264	140	0.125	0.080
10	S	41.7	0.0	0.0	-298	9.0	34.0	119	150	0.125	0.015
11	S	110.6	15.0	40.0	-1604	-9.0	6.0	283	135	0.125	0.151

## 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

## FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	83 di 106

12	S	72.4	-15.0	40.0	-860	9.0	6.0	255	139	0.125	0.049
13	S	93.6	-15.0	40.0	-1311	9.0	6.0	333	139	0.125	0.111
14	S	102.8	15.0	0.0	-1425	-9.0	34.0	332	138	0.125	0.128
15	S	25.8	15.0	0.0	2	-9.0	34.0	0	0	0.125	0.000
16	S	52.7	-15.0	40.0	-344	9.0	6.0	150	136	0.125	0.016
17	S	59.1	-15.0	40.0	-526	9.0	6.0	232	137	0.125	0.024
18	S	47.6	15.0	40.0	-310	-9.0	6.0	221	130	0.125	0.014
19	S	25.8	15.0	0.0	2	-9.0	34.0	0	0	0.125	0.000
20	S	52.7	-15.0	40.0	-344	9.0	6.0	150	136	0.125	0.016
21	S	53.2	-15.0	40.0	-476	9.0	6.0	271	134	0.125	0.022
22	S	87.6	-15.0	40.0	-1035	9.0	6.0	280	134	0.125	0.075
23	S	93.6	-15.0	40.0	-1311	9.0	6.0	333	139	0.125	0.111
24	S	52.7	-15.0	40.0	-344	9.0	6.0	150	136	0.125	0.016

## 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	90.4	15.0	0.0	-1285	-9.0	34.0	279	134	0.125	0.127
2	S	90.4	-15.0	40.0	-1274	9.0	6.0	277	134	0.125	0.125
3	S	95.0	15.0	40.0	-1383	-9.0	6.0	287	135	0.125	0.139
4	S	94.7	15.0	0.0	-1375	-9.0	34.0	291	135	0.125	0.139
5	S	42.6	0.0	0.0	-402	9.0	34.0	181	141	0.125	0.019
6	S	46.8	-15.0	40.0	-452	9.0	6.0	178	140	0.125	0.022
7	S	52.4	-15.0	40.0	-580	9.0	6.0	228	136	0.125	0.033
8	S	52.3	0.0	0.0	-556	9.0	34.0	203	144	0.125	0.032
9	S	44.8	15.0	0.0	-427	-9.0	34.0	172	139	0.125	0.020
10	S	46.8	-15.0	40.0	-452	9.0	6.0	178	140	0.125	0.022
11	S	95.0	15.0	40.0	-1383	-9.0	6.0	287	135	0.125	0.139
12	S	52.3	0.0	0.0	-556	9.0	34.0	203	144	0.125	0.032
13	S	68.1	15.0	40.0	-897	-9.0	6.0	322	138	0.125	0.075
14	S	68.3	0.0	0.0	-877	9.0	34.0	319	137	0.125	0.073
15	S	37.8	15.0	40.0	-237	-9.0	6.0	152	136	0.125	0.011
16	S	36.3	0.0	0.0	-195	9.0	34.0	121	151	0.125	0.010
17	S	30.2	15.0	0.0	-119	-9.0	34.0	95	142	0.125	0.006
18	S	31.4	15.0	40.0	-131	-9.0	6.0	112	148	0.125	0.007
19	S	37.8	15.0	40.0	-237	-9.0	6.0	152	136	0.125	0.011
20	S	36.3	0.0	0.0	-195	9.0	34.0	121	151	0.125	0.010
21	S	33.4	15.0	40.0	-199	-9.0	6.0	213	129	0.125	0.009
22	S	34.0	15.0	0.0	-177	-9.0	34.0	162	138	0.125	0.008
23	S	68.1	15.0	40.0	-897	-9.0	6.0	322	138	0.125	0.075
24	S	34.0	15.0	0.0	-177	-9.0	34.0	162	138	0.125	0.008

## 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	90.8	15.0	40.0	-1303	-9.0	6.0	284	135	0.125	0.129
2	S	90.8	-15.0	40.0	-1303	9.0	6.0	284	135	0.125	0.129
3	S	90.8	15.0	40.0	-1303	-9.0	6.0	284	135	0.125	0.129
4	S	90.8	15.0	0.0	-1303	-9.0	34.0	284	135	0.125	0.129
5	S	48.1	0.0	0.0	-493	9.0	34.0	195	143	0.125	0.024
6	S	48.1	15.0	0.0	-493	-9.0	34.0	195	143	0.125	0.024
7	S	48.1	-15.0	40.0	-493	9.0	6.0	195	143	0.125	0.024
8	S	48.1	0.0	0.0	-493	9.0	34.0	195	143	0.125	0.024
9	S	48.1	15.0	0.0	-493	-9.0	34.0	195	143	0.125	0.024
10	S	48.1	0.0	0.0	-493	9.0	34.0	195	143	0.125	0.024
11	S	90.8	15.0	40.0	-1303	-9.0	6.0	284	135	0.125	0.129
12	S	48.1	0.0	0.0	-493	9.0	34.0	195	143	0.125	0.024
13	S	61.5	15.0	40.0	-785	-9.0	6.0	330	138	0.125	0.059
14	S	61.5	0.0	0.0	-785	9.0	34.0	330	138	0.125	0.059
15	S	32.8	15.0	0.0	-163	-9.0	34.0	121	150	0.125	0.008
16	S	32.8	0.0	0.0	-163	9.0	34.0	121	150	0.125	0.008
17	S	32.8	15.0	0.0	-163	-9.0	34.0	121	150	0.125	0.008
18	S	32.8	0.0	0.0	-163	9.0	34.0	121	150	0.125	0.008
19	S	32.8	15.0	0.0	-163	-9.0	34.0	121	150	0.125	0.008
20	S	32.8	0.0	0.0	-163	9.0	34.0	121	150	0.125	0.008
21	S	28.6	15.0	40.0	-130	-9.0	6.0	210	129	0.125	0.006
22	S	28.6	0.0	0.0	-130	9.0	34.0	210	129	0.125	0.006
23	S	61.5	15.0	40.0	-785	-9.0	6.0	330	138	0.125	0.059
24	S	32.8	15.0	0.0	-163	-9.0	34.0	121	150	0.125	0.008

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>84 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	84 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	84 di 106								

### 8.5.2 Verifica a taglio

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici o fragili dovuti al taglio, per quanto concerne la verifica a taglio del pilastro si utilizza il valore massimo tra il taglio di calcolo dedotto dall'output del modello di calcolo ( $V_{d,max} = 77.5$  kN) e quello che si ottiene dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore  $M_{C,Rd}^s$  ed inferiore  $M_{C,Rd}^i$  secondo l'espressione:

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

dove:

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

$M_{C,Rd}^s = M_{C,Rd}^i = 203.3$  kNm lungo l'asse forte

$l_p = 3,85$  m

**$V_{Ed} = 116.17$  kN lungo l'asse forte**

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 predetto 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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>85 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	85 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	85 di 106								

### Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

[4.1.2.1.3.2]

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

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

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

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

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

Acciaio	<b>B 450 C</b>	$f_{yd}$	<b>391.3 N/mm<sup>2</sup></b>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		$\gamma_s$	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		$\theta$	<b>45 °</b> 0.79 rad
Area dell'armatura trasversale		$A_{sw}$	<b>157.08 mm<sup>2</sup></b>
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	<b>100 mm</b>
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		$\alpha$	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		$f'_{cd}$	8.23 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo		$\alpha_c$	<b>1</b>
		$V_{Rsd}$	188.08 kN
		$V_{Rcd}$	377.80 kN
		$V_{Rd}$	188.08 kN

**Verifica:**

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

**VERIFICATA**

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

### 8.5.3 Verifica a torsione

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

#### Calcestruzzo

B (m)	0.3
H (m)	0.4
$A_c$ (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4

#### Staffe Trasversali

B (m)	0.3
H (m)	0.4
$A_c$ (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4

#### Armatura Longitudinale

B (m)	0.3
H (m)	0.4
$A_c$ (m <sup>2</sup> )	0.12
u (m)	1.4

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>86 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	86 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	86 di 106								

t (m)	0.09
A (m <sup>2</sup> )	0.07
f <sub>cd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	8230.8
cotgθ (-)	0.53
a <sub>1</sub>	0.0004
a <sub>s</sub>	0.002
<b>T<sub>Rcd</sub> (kNm)</b>	<b>33.10</b>

t (m)	0.09
A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0002
A (m <sup>2</sup> )	0.07
s <sub>(prog.)</sub> (m)	0.08
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	0.53
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>55.29</b>

t (m)	0.09
u <sub>m</sub> (m)	1.06
ΣA <sub>l</sub> (m <sup>2</sup> )	0.0004
A (m <sup>2</sup> )	0.07
f <sub>yd</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	391300
cotgθ (-)	0.53
<b>T<sub>Rsd</sub> (kNm)</b>	<b>41.84</b>

**T<sub>Rd</sub> (kNm)**      33.10  
**T<sub>Ed</sub> (kNm)**      2.00 sap

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

$$\begin{aligned}
 T_{Ed} / T_{Rcd} + V_{Ed} / V_{Rcd} < 1 & \quad T_{Ed} / T_{Rcd} = 0.060 \\
 & \quad V_{Ed} / V_{Rcd} = 0.618 \\
 & \quad = 0.678 \quad \text{La verifica risulta} \\
 & \quad \text{soddisfatta}
 \end{aligned}$$

### 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 ρ di armatura longitudinale, con ρ rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti:

$$\begin{aligned}
 1\% < \rho < 4\% \\
 \rho = A_l / (bH) = 37,68 / (40 \cdot 30) = 3,14\%
 \end{aligned}$$

- 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")

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>87 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	87 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	87 di 106								

Nel caso specifico risulta:

$$d = 100mm \leq \begin{cases} \frac{b}{2} = 400 / 2 = 200mm \\ 175mm \\ 8 \cdot 20 = 160mm \end{cases}$$

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

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

Nel caso specifico risulta:

$$\frac{A_{st}}{s} = \frac{157}{150} = 1.04 > 0.08 \frac{f_{cd} \cdot b_{st}}{f_{yd}} = 0.08 \frac{15.87 \cdot 220}{450} = 0.62$$

- 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:

$$n_{st} = 2$$

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

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

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

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

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

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

$$\frac{n_{st} \cdot A_{st}}{i \cdot b_j} = \frac{2 \cdot 78,50}{100 \cdot 300} = 0,00523 \geq 0.05 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} = 0.05 \frac{28}{450} = 0,0031.$$

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>88 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	88 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	88 di 106								

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:

$$\begin{aligned} A_{s,min} &= 3768 \text{ mm}^2 \\ N_{Ed} &= 276.70 \text{ kN} \\ f_{yd} &= 391.30 \text{ MPa} \end{aligned}$$

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

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

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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>89 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	89 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	89 di 106								

## 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 3,85 m si ottiene che deve essere:

$$d_r < 0,0385 \text{ m.}$$

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.

$$U1 = d_r = 0,01717 \text{ m} < 2 \cdot 0,01 \cdot h / 3 = 0,0385 \cdot 2/3 = 0,0256 \text{ m.}$$

Si riporta di seguito la tabella degli spostamenti calcolati in testa ai pilastri nella combinazione più gravosa SLD\_Uy.

TABLE: Joint Displacements					
Joint	OutputCase	StepType	U1	U2	U3
Text	Text	Text	m	m	m
11	SLD_Uy	Max	0.001248	0.005662	-0.00225
12	SLD_Uy	Max	0.001248	0.005356	-0.00279
13	SLD_Uy	Max	0.001248	0.005038	-0.00296
14	SLD_Uy	Max	0.001248	0.005356	-0.00279
15	SLD_Uy	Max	0.001248	0.005662	-0.00225
16	SLD_Uy	Max	0.001248	0.005662	-0.00225
17	SLD_Uy	Max	0.001248	0.005356	-0.00279
18	SLD_Uy	Max	0.001248	0.005038	-0.00296
19	SLD_Uy	Max	0.001248	0.005356	-0.00279
20	SLD_Uy	Max	0.001248	0.005662	-0.00225

Come si vede in tabella lo spostamento massimo 0.0057 m è inferiore di quello ammissibile

		<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>		COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA0120 001	REV. B	FOGLIO 90 di 106

## 9 FONDAZIONI

Le fondazioni dell'edificio sono di tipo diretto, costituite da un grigliato di travi rovesce disposte lungo il perimetro dell'edificio collegate trasversalmente mediante cordoli a sezione rettangolare 30 x 50 cm<sup>2</sup>. Le travi di bordo hanno sezione a "T" rovescia con rettangolo superiore 70x50 cm<sup>2</sup> e rettangolo inferiore 150x50 cm<sup>2</sup>. 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	111.4	0.0	-2.8	0.0	<b>174.7</b>	19	4.1	SLV1
<b>M3</b>	<b>min</b>	0.0	-112.5	0.1	1.2	0.2	<b>-252.1</b>	21	0.2	SLV1
<b>M2</b>	<b>max</b>	0.0	4.0	0.4	81.3	<b>0.7</b>	80.7	22	0.2	SLV2
<b>M2</b>	<b>min</b>	0.0	77.4	0.2	-39.9	<b>-0.6</b>	-190.6	22	3.9	SLV2
<b>T</b>	<b>max</b>	0.0	-59.7	0.0	<b>238.3</b>	0.0	77.7	25	0.2	SLV2
<b>T</b>	<b>min</b>	0.0	-123.0	0.0	<b>-238.3</b>	0.0	-60.2	18	0.3	SLV2
<b>V3</b>	<b>max</b>	0.0	4.0	<b>0.4</b>	81.3	0.7	80.7	22	0.2	SLV2
<b>V3</b>	<b>min</b>	0.0	-129.2	<b>-0.1</b>	116.6	-0.3	-2.9	25	0.2	INV_SLU
<b>V2</b>	<b>max</b>	0.0	<b>168.6</b>	0.0	22.9	0.0	137.9	5	6.1	SLV2
<b>V2</b>	<b>min</b>	0.0	<b>-168.6</b>	0.0	-22.9	0.0	-222.0	5	0.2	SLV2
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>0.0</b>	-97.5	0.0	37.8	-0.1	-4.5	1	0.2	INV_SLU
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>0.0</b>	-97.5	0.0	37.8	-0.1	-4.5	1	0.2	INV_SLU

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	91 di 106

		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	8.4	0.0	-3.4	0.0	<b>108.4</b>	5	3.6	INV_SLR
M3	min	0.0	-123.5	0.0	-5.9	-0.1	<b>-100.6</b>	5	0.2	INV_SLR
M2	max	0.0	75.4	0.0	-13.0	<b>0.1</b>	0.6	4	3.9	INV_SLR
M2	min	0.0	-76.1	-0.1	11.6	<b>-0.1</b>	-4.9	1	0.2	INV_SLR
T	max	0.0	-69.3	0.0	<b>51.6</b>	-0.1	6.5	13	0.2	INV_SLR
T	min	0.0	-66.5	-0.1	<b>-51.3</b>	-0.1	11.1	10	0.2	INV_SLR
V3	max	0.0	-117.2	<b>0.0</b>	-3.4	0.0	-82.4	5	0.2	INV_SLR
V3	min	0.0	-76.1	<b>-0.1</b>	11.6	-0.1	-4.9	1	0.2	INV_SLR
V2	max	0.0	<b>121.7</b>	0.0	5.4	0.1	-75.4	9	6.1	INV_SLR
V2	min	0.0	<b>-123.5</b>	0.0	-5.9	-0.1	-100.6	5	0.2	INV_SLR
P	max	<b>0.0</b>	-74.0	0.0	28.5	-0.1	-2.7	1	0.2	INV_SLR
P	min	<b>0.0</b>	-74.0	0.0	28.5	-0.1	-2.7	1	0.2	INV_SLR

		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
M3	max	0.0	1.1	0.0	0.3	0.0	<b>117.7</b>	5	3.2	INV_SLF
M3	min	0.0	-110.2	0.0	-1.0	0.0	<b>-51.1</b>	5	0.2	INV_SLF
M2	max	0.0	-67.7	0.0	28.4	<b>0.1</b>	3.2	1	0.2	INV_SLF
M2	min	0.0	68.2	0.0	-28.4	<b>-0.1</b>	1.3	4	3.9	INV_SLF
T	max	0.0	-67.7	0.0	<b>29.2</b>	0.1	3.2	13	0.2	INV_SLF
T	min	0.0	-67.4	0.0	<b>-29.2</b>	0.0	3.6	10	0.2	INV_SLF
V3	max	0.0	-67.7	<b>0.0</b>	28.4	0.1	3.2	1	0.2	INV_SLF
V3	min	0.0	-69.1	<b>0.0</b>	22.5	0.0	1.3	1	0.2	INV_SLF
V2	max	0.0	<b>110.2</b>	0.0	1.0	0.0	-44.0	9	6.1	INV_SLF
V2	min	0.0	<b>-110.2</b>	0.0	-1.0	0.0	-51.1	5	0.2	INV_SLF
P	max	<b>0.0</b>	-67.7	0.0	28.4	0.1	3.2	1	0.2	INV_SLF
P	min	<b>0.0</b>	-67.7	0.0	28.4	0.1	3.2	1	0.2	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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>92 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	92 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	92 di 106								

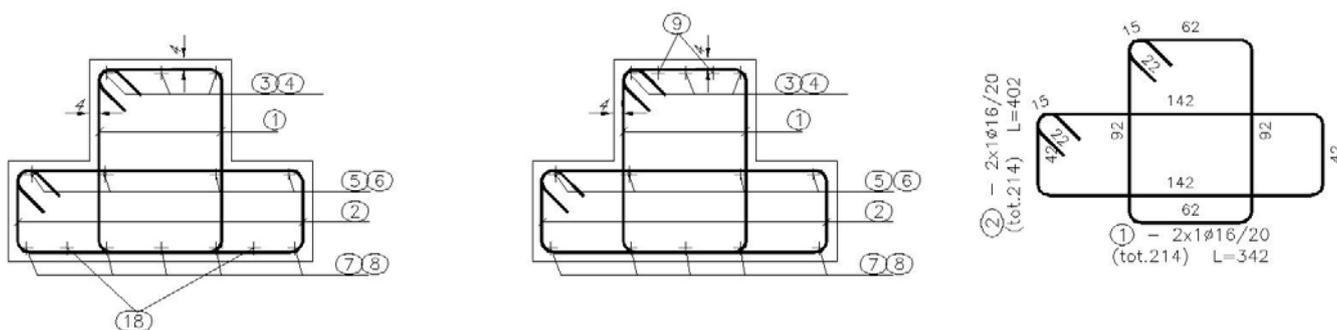
		P	V2	V3	T	M2	M3	Frame	Distance	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>115.6</b>	5	3.2	INV_SLQ
<b>M3</b>	<b>min</b>	0.0	-107.7	0.0	0.0	0.0	<b>-43.2</b>	5	0.2	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>max</b>	0.0	-68.1	0.0	25.8	<b>0.0</b>	2.3	1	0.2	INV_SLQ
<b>M2</b>	<b>min</b>	0.0	68.1	0.0	-25.8	<b>0.0</b>	2.3	4	3.9	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>max</b>	0.0	-68.1	0.0	<b>25.8</b>	0.0	2.3	1	0.2	INV_SLQ
<b>T</b>	<b>min</b>	0.0	-66.9	0.0	<b>-25.8</b>	0.0	4.6	4	0.2	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>max</b>	0.0	-68.1	<b>0.0</b>	25.8	0.0	2.3	1	0.2	INV_SLQ
<b>V3</b>	<b>min</b>	0.0	-107.7	<b>0.0</b>	0.0	0.0	-43.2	5	0.2	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>max</b>	0.0	<b>107.7</b>	0.0	0.0	0.0	-43.2	5	6.1	INV_SLQ
<b>V2</b>	<b>min</b>	0.0	<b>-107.7</b>	0.0	0.0	0.0	-43.2	5	0.2	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>0.0</b>	-68.1	0.0	25.8	0.0	2.3	1	0.2	INV_SLQ
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>0.0</b>	-68.1	0.0	25.8	0.0	2.3	1	0.2	INV_SLQ

### 9.1.1 VERIFICA A FLESSIONE

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

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

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



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

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

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

NOME SEZIONE: Trave\_fondazione

(Percorso File: D:\Commesse\BPK-Cancello-Frasso\EDIFICI\FV01\_verifiche\Trave\_fondazione.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Stati Limite Ultimi

Sezione generica

N.T.C.

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>93 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	93 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	93 di 106								

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertzia  
 Riferimento alla sismicit : 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>  
     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.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 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

  	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>94 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	94 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	94 di 106								

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	3	20
2	4	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	19221	0	12257	0
2	0	-27727	24	-12380	13
3	0	8874	77	441	39
4	0	-20961	-68	8516	22
5	0	8543	0	-6572	0
6	0	-6620	0	-13533	0
7	0	8874	77	441	39
8	0	-317	-33	-14210	-15
9	0	15166	0	18551	0
10	0	-24421	0	-18551	0
11	0	-496	-9	-10720	-4
12	0	-496	-9	-10720	-4

**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	10841	2
2	0	-10061	-10
3	0	59	13
4	0	-486	-13
5	0	649	-5
6	0	1107	-12
7	0	-8236	-4
8	0	-486	-13
9	0	-7544	10
10	0	-10061	-10
11	0	-269	-5
12	0	-269	-5

**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
---------	---	----	----

  	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>95 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	95 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	95 di 106								

1	0	11771	0
2	0	-5111	-3
3	0	323	7
4	0	128	-7
5	0	323	7
6	0	364	-3
7	0	323	7
8	0	128	-3
9	0	-4398	3
10	0	-5111	-3
11	0	323	7
12	0	323	7

**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	11557	0
2	0	-4322	0
3	0	232	0
4	0	232	0
5	0	232	0
6	0	465	0
7	0	232	0
8	0	-4322	0
9	0	-4322	0
10	0	-4322	0
11	0	232	0
12	0	232	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 26.4 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)  
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	19221	0	0	83352	0	4.337
2	S	0	-27727	24	0	-58766	-155	2.119
3	S	0	8874	77	0	83204	708	9.376
4	S	0	-20961	-68	0	-58796	-338	2.805
5	S	0	8543	0	0	83352	0	9.757
6	S	0	-6620	0	0	-58761	0	8.876
7	S	0	8874	77	0	83204	708	9.376
8	S	0	-317	-33	0	-58268	-6319	183.894
9	S	0	15166	0	0	83352	0	5.496
10	S	0	-24421	0	0	-58761	0	2.406
11	S	0	-496	-9	0	-58823	-1002	118.593
12	S	0	-496	-9	0	-58823	-1002	118.593

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

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

## FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

## FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	96 di 106

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01006	-35.0	100.0	0.00141	-28.4	93.4	-0.02604	-68.4	6.6
2	0.00350	-0.02145	-75.0	0.0	-0.00034	-68.4	6.6	-0.05086	28.4	93.4
3	0.00350	-0.00972	35.0	100.0	0.00147	28.4	93.4	-0.02531	-68.4	6.6
4	0.00350	-0.02139	-75.0	0.0	-0.00033	-68.4	6.6	-0.05075	28.4	93.4
5	0.00350	-0.01006	-35.0	100.0	0.00141	-28.4	93.4	-0.02604	-68.4	6.6
6	0.00350	-0.02148	-75.0	0.0	-0.00035	-68.4	6.6	-0.05095	-28.4	93.4
7	0.00350	-0.00972	35.0	100.0	0.00147	28.4	93.4	-0.02531	-68.4	6.6
8	0.00350	-0.01937	-75.0	0.0	-0.00002	-68.4	6.6	-0.04633	28.4	93.4
9	0.00350	-0.01006	-35.0	100.0	0.00141	-28.4	93.4	-0.02604	-68.4	6.6
10	0.00350	-0.02148	-75.0	0.0	-0.00035	-68.4	6.6	-0.05095	-28.4	93.4
11	0.00350	-0.02124	-75.0	0.0	-0.00031	-68.4	6.6	-0.05042	28.4	93.4
12	0.00350	-0.02124	-75.0	0.0	-0.00031	-68.4	6.6	-0.05042	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,O gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000316323	-0.028132256	0.118	0.700
2	-0.000000210	-0.000581832	0.003484221	0.064	0.700
3	0.000002651	0.000305511	-0.027143851	0.121	0.700
4	-0.000000458	-0.000580319	0.003465627	0.065	0.700
5	0.000000000	0.000316323	-0.028132256	0.118	0.700
6	0.000000000	-0.000582950	0.003500000	0.064	0.700
7	0.000002651	0.000305511	-0.027143851	0.121	0.700
8	-0.000004235	-0.000528868	0.003182398	0.070	0.700
9	0.000000000	0.000316323	-0.028132256	0.118	0.700
10	0.000000000	-0.000582950	0.003500000	0.064	0.700
11	-0.000000997	-0.000576182	0.003425259	0.065	0.700
12	-0.000000997	-0.000576182	0.003425259	0.065	0.700

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

Diametro staffe:	20 mm	
Passo staffe:	14.9 cm	[Passo massimo di normativa = 27.9]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	42.2 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
---------	-----	------	-----	-----	------	----	------	-----	------

## 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

## FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	97 di 106

1	S	12257	143656	346763	93.4	70.0	21.80°	1.000	1.5
2	S	12380	219970	247759	66.7	150.0	21.80°	1.000	2.1
3	S	441	144072	346777	93.4	70.2	21.80°	1.000	0.1
4	S	8516	220002	247759	66.7	150.0	21.80°	1.000	1.4
5	S	6572	143656	346763	93.4	70.0	21.80°	1.000	0.8
6	S	13533	219944	247759	66.7	150.0	21.80°	1.000	2.3
7	S	441	144072	346777	93.4	70.2	21.80°	1.000	0.1
8	S	14210	220532	247767	66.7	150.4	21.80°	1.000	2.4
9	S	18551	143656	346763	93.4	70.0	21.80°	1.000	2.3
10	S	18551	219944	247759	66.7	150.0	21.80°	1.000	3.2
11	S	10720	220071	247759	66.7	150.1	21.80°	1.000	1.8
12	S	10720	220071	247759	66.7	150.1	21.80°	1.000	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	7.2	35.0	100.0	-62	-68.4	6.6	0	0	0.000	
2	S	4.6	0.0	0.0	-89	28.4	93.4	0	0	0.000	
3	S	0.0	35.0	100.0	0	-68.4	6.6	0	0	0.000	
4	S	0.2	0.0	0.0	-4	28.4	93.4	0	0	0.000	
5	S	0.4	-35.0	100.0	-4	68.4	6.6	0	0	0.000	
6	S	0.7	-35.0	100.0	-6	68.4	6.6	0	0	0.000	
7	S	3.8	0.0	0.0	-73	28.4	93.4	0	0	0.000	
8	S	0.2	0.0	0.0	-4	28.4	93.4	0	0	0.000	
9	S	3.5	75.0	0.0	-67	-28.4	93.4	0	0	0.000	
10	S	4.6	0.0	0.0	-89	28.4	93.4	0	0	0.000	
11	S	0.1	0.0	0.0	-2	28.4	93.4	0	0	0.000	
12	S	0.1	0.0	0.0	-2	28.4	93.4	0	0	0.000	

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

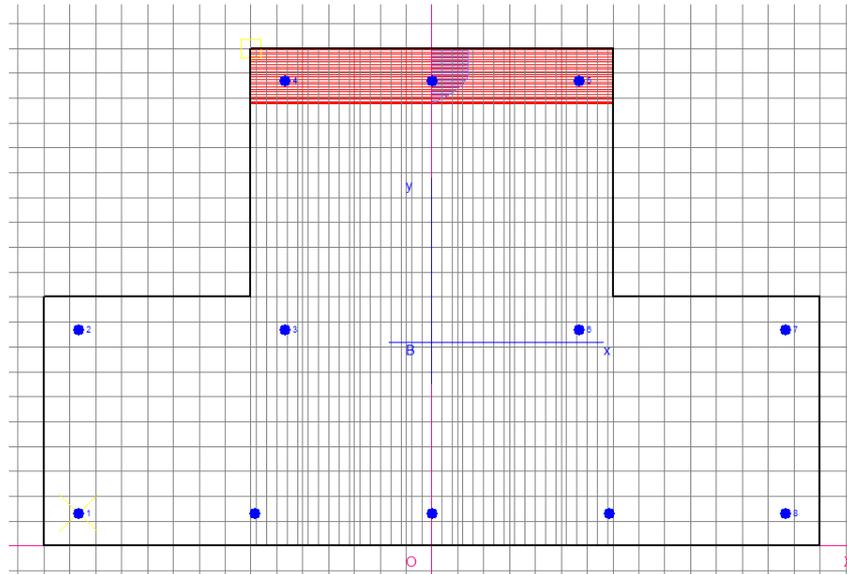
N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	7.8	-35.0	100.0	-68	-68.4	6.6	0	0	0.000	
2	S	2.3	0.0	0.0	-45	28.4	93.4	0	0	0.000	
3	S	0.2	35.0	100.0	-2	-68.4	6.6	0	0	0.000	
4	S	0.1	-35.0	100.0	-1	68.4	6.6	0	0	0.000	
5	S	0.2	35.0	100.0	-2	-68.4	6.6	0	0	0.000	
6	S	0.2	-35.0	100.0	-2	68.4	6.6	0	0	0.000	
7	S	0.2	35.0	100.0	-2	-68.4	6.6	0	0	0.000	
8	S	0.1	-35.0	100.0	-1	68.4	6.6	0	0	0.000	
9	S	2.0	75.0	0.0	-39	-28.4	93.4	0	0	0.000	
10	S	2.3	0.0	0.0	-45	28.4	93.4	0	0	0.000	
11	S	0.2	35.0	100.0	-2	-68.4	6.6	0	0	0.000	
12	S	0.2	35.0	100.0	-2	-68.4	6.6	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	7.7	-35.0	100.0	-67	-68.4	6.6	0	0	0.000	
2	S	2.0	0.0	0.0	-38	0.0	93.4	0	0	0.000	
3	S	0.2	-35.0	100.0	-1	-68.4	6.6	0	0	0.000	
4	S	0.2	-35.0	100.0	-1	-68.4	6.6	0	0	0.000	
5	S	0.2	-35.0	100.0	-1	-68.4	6.6	0	0	0.000	
6	S	0.3	35.0	100.0	-3	-68.4	6.6	0	0	0.000	
7	S	0.2	-35.0	100.0	-1	-68.4	6.6	0	0	0.000	
8	S	2.0	0.0	0.0	-38	0.0	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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>98 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	98 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	98 di 106								

9	S	2.0	0.0	0.0	-38	0.0	93.4	0	0	0.000
10	S	2.0	0.0	0.0	-38	0.0	93.4	0	0	0.000
11	S	0.2	-35.0	100.0	-1	-68.4	6.6	0	0	0.000
12	S	0.2	-35.0	100.0	-1	-68.4	6.6	0	0	0.000



### 9.1.2 VERIFICA A TAGLIO

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

$$V_{Ed} = 1,1 V_{sis} = 1,1 \cdot 168,6 = 185,5 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{slu} = 185,4 \text{ kN}$$

Per le verifiche a taglio si è considerato, a vantaggio di sicurezza, la sola parte di sezione rettangolare di dimensione  $70 \times 50 \text{ cm}^2$ .

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>99 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	99 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	99 di 106								

### 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:

$V_{Ed}$  **193.16 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)

$b_w$  **700 mm**

Altezza utile della sezione (in mm)

$d$  **440 mm**

Area Calcestruzzo

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

Armatura longitudinale

$A_{sl}$  **3768 mm<sup>2</sup>**

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

$\rho_1$  **0.0122 ≤ 0.02** **ok**

Tensione media di compressione nella sezione

$\sigma_{cp}$  **0.0000 ≤ 0.2 f<sub>cd</sub>** **ok**

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

$k$  **1.67 ≤ 2** **ok**

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

$v_{\min}$  **0.25**

**$V_{Rd}$**  **193.25 kN**

**Verifica:**

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

**VERIFICATA**

La verifica risulta soddisfatta senza considerare l'armatura resistente a taglio, si adotteranno comunque staffe  $\Phi 16 / 20$  cm.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>100 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	100 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	100 di 106								

## 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,

$a_{max} = a_g \times S = a_g \times S_T \times S_S = 0,359 \times 1 \times 1.074 = 0.385 g$

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 di involuppo degli stati limite ultimi "COMB1-SLU":

$N_{sd} = P = -276.7 \text{ kN}$

$F = \pm 0.4 N_{sd} a_{max}/g = \pm 0,6 \times 276.7 \times 0,385 = \pm 63.82 \text{ kN} = F$

**$F = \pm 63.91 \text{ kN} < N_{Rd}(+) = n_b \times A_s \times f_{yk} / \gamma_M = 6 \times 113,04 \times 450/1,15 = +265,398 \text{ kN}$**

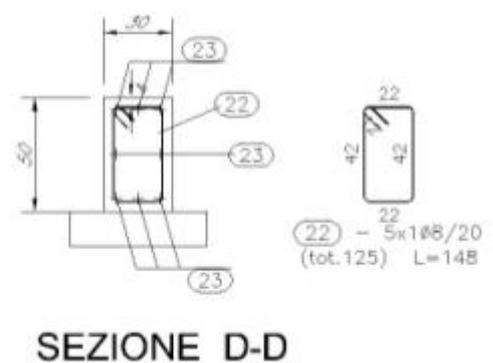
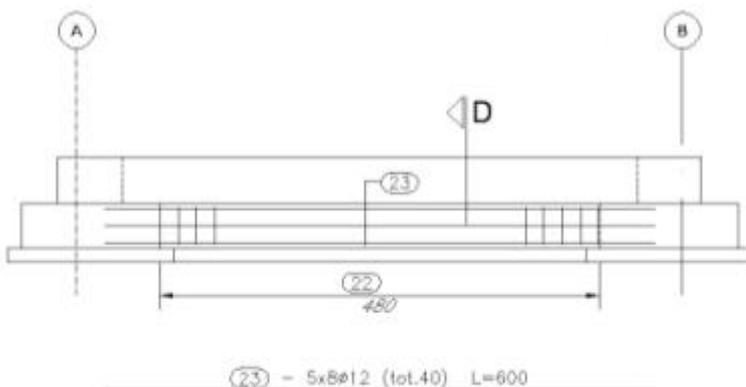
Dove:

$n_b$  = 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



   	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">FA0120 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">101 di 106</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	101 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	101 di 106								

### 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 28° 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 274.5 kN ottenuto in combinazione sismica.

Il valore ottenuto va amplificato per 1.1 e diviso per l'interasse tra i pilastri, pari a 4.2 m.

Di seguito le verifiche condotte.

#### Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

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

D = Profondità del piano di appoggio

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

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

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

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

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

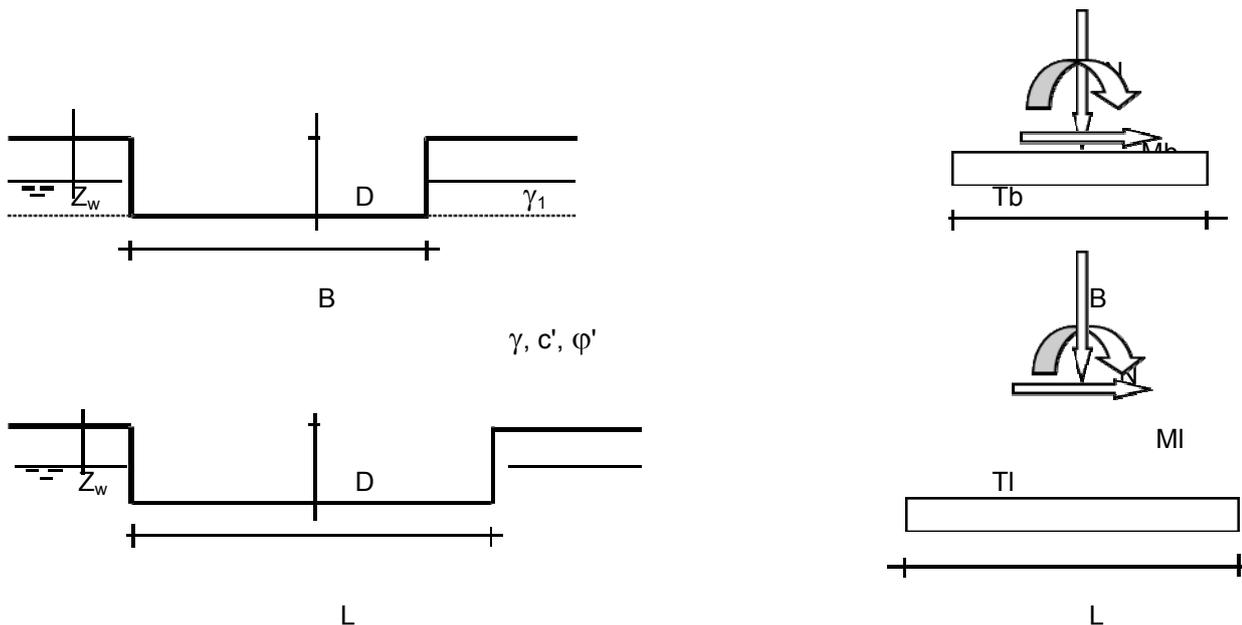
Metodo di calcolo		coefficienti parziali					
		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	$c'$	$q_{lim}$	scor r
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00

FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI

FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	102 di 106

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
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	=	1.30	(m)



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	71.89	0.00	71.89
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

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>103 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	103 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	103 di 106								

H [kN]	0.00	0.00	0.00
--------	------	------	------

*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*

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 28.00 \quad (^\circ)$$

*Valori di progetto*

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 23.04 \quad (^\circ)$$

*Profondità della falda*

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

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

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

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

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

**q : sovraccarico alla profondità D**

$$q = 9.10 \quad (\text{kN/mq})$$

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$$\gamma = 7.00 \quad (\text{kN/mc})$$

**$N_c, N_q, N_\gamma$  : coefficienti di capacità portante**

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \varphi')}$$

$$N_q = 8.70$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 18.10$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 8.25$$

**$s_c, s_q, s_\gamma$  : fattori di forma**

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L^* \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.32$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>104 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	104 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	104 di 106								

$$s_q = 1.28$$

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

$$s_y = 0.73$$

**$i_c, i_q, i_y$  : 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  
nastri-forme e  $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$  in  
tutti gli altri casi)

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

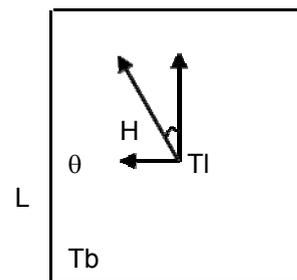
$$i_q = 1.00$$

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

$$i_c = 1.00$$

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

$$i_y = 1.00$$



B

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

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

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

$$d_q = 1.29$$

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

$$d_c = 1.33$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$

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

	<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>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>105 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	105 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	105 di 106								

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

$$b_q = \qquad 1.00$$

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

$$b_c = \qquad 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = \qquad 1.00$$

**g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione piano di campagna**

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

$$g_q = \qquad 1.00$$

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

$$g_c = \qquad 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = \qquad 1.00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = \qquad 152.10 \qquad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

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

$$q = \qquad 47.93 \qquad (\text{kN/m}^2)$$

**Verifica di sicurezza capacità portante**

$$q_{lim} / \gamma_R = \qquad 66.13 \qquad \geq \qquad q = \qquad 47.93 \quad (\text{kN/m}^2)$$

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI</b> <b>FA01 – Maddaloni inferiore – Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FA0120 001</td> <td>B</td> <td>106 di 106</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	106 di 106
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	FA0120 001	B	106 di 106								

## 10 CONCLUSIONI

Con la presente relazione si è proceduto al progetto e alla verifica del fabbricato FA01 e FA09 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.