

AUTOSTRADA A14: BOLOGNA-TARANTO
TRATTA VASTO SUD-TERMOLI

REALIZZAZIONE DI UNA BRETELLA AUTOSTRADALE
IN LOCALITÀ PETACCIATO
TRA IL km 461+938 E IL km 463+576
(VIADOTTI CACCHIONE E MARINELLA)

PROGETTO DEFINITIVO

STABILIZZAZIONE RILEVATI ZONA VIADOTTO MARINELLA

VERIFICHE STRUTTURALI

PAGINE: 19

SEZIONE: **OPERE D'ARTE**

ELABORATO N. **10.06**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
3	PROGETTO DEFINITIVO	MARZO 2009	SAJNI	BONIZZONI	ROCCHI
2	PROGETTO 2001	OTTOBRE 2001	-	-	-
1	PROGETTO 1996	APRILE 1996	-	-	-



STUDIO GEOTECNICO ITALIANO s.r.l.
ingegneria geotecnica-geologia applicata-ingegneria sismica



sajni e zambetti
ingegneri civili strutturisti

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. GianFrancesco Rocchi
Ord. Ingg. Milano N.16492

CODICE COMMESSA		PROGRESSIVO	ELABORATO	EMISSIONE	
0	7	6	2	2	-
0	3	4	R	0	1
E	0	1			
					MARZO 2009

INDICE

1) OGGETTO	Pag.	3
2) GENERALITÀ	"	4
3) ANALISI STRUTTURALE	"	5
4) NORMATIVE	"	6
5) MATERIALI	"	7
6) VERIFICHE STRUTTURALI	"	8
6.1 Verifica dei setti della paratia	"	9
ALLEGATO 1	"	17

1) **OGGETTO**

Oggetto della presente relazione sono le verifiche degli elementi strutturali previsti per la stabilizzazione dei rilevati nella zona del viadotto Marinella nell'ambito della realizzazione della bretella autostradale tra il Km 461 + 938 ed il Km 462 + 576 dell'autostrada Bologna – Taranto in località Petacciato.

2) GENERALITÀ

L'intervento prevede la realizzazione di una palificata costituita da diaframmi in calcestruzzo con sezione di 250*80 cm e lunghezza pari a 19 metri.

L'interasse tra i diaframmi è di 2,25 metri.

I diaframmi sono collegati tra loro da una trave in calcestruzzo, interrotta da un giunto ogni nove metri.

La trave non presenta una particolare funzione statica e serve solo a garantire un comportamento monolitico, in caso di movimenti franosi, ai gruppi di diaframmi da essa collegati.

3) ANALISI STRUTTURALE

L'analisi degli elementi strutturali sarà condotta in base ai dati forniti dallo Studio Geotecnico Italiano, allegati.

L'elemento strutturale esaminato sarà il diaframma.

4) **NORMATIVE**

La progettazione strutturale viene effettuata secondo i criteri propri della scienza delle costruzioni in osservanza alle normative vigenti, ed in particolare:

- D.M. 14 gennaio 2008
Norme tecniche per le costruzioni
- CNR_UNI 10011/97
Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

5) MATERIALI

- Calcestruzzo per i pali C 25/30 ($R_{ck} \geq 3,0 \text{ KN/cm}^2$)
- Calcestruzzo per travi di collegamento C 25/30 ($R_{ck} \geq 3,0 \text{ KN/cm}^2$)
- Acciaio per armature B 450 C (Fe B 44k)

6) VERIFICHE STRUTTURALI

Nel seguito si riportano le verifiche strutturali per il diaframma.

Le verifiche, svolte in base ai diagrammi riportati in allegato 1, saranno effettuate in due combinazioni.

Nella prima, relativa alle condizioni di “post sisma” i valori delle sollecitazioni, letti sui diagrammi di momento e taglio, saranno amplificati per i seguenti fattori:

- 1.1 per tener conto della presenza di sovraccarico
- 1.3 fattorizzazione prevista dalla norma per l’effettuazione delle verifiche.

Nella seconda combinazione, relativa alla “costruzione del rilevato + sisma” saranno adottati i seguenti valori da combinazione:

Sollecitazioni di costruzione del rilevato amplificate per il coefficiente 1,3 sommati all’azione sismica (sisma – costruzione rilevato) amplificato per il coefficiente 1,0 come previsto dalla norma.

I valori delle sollecitazioni utilizzati per le verifiche sono riportati nell’allegato 1.

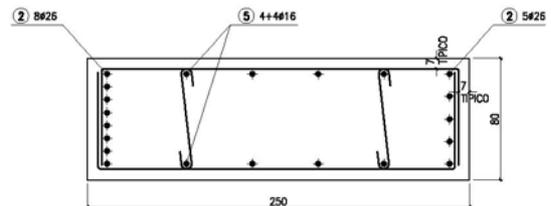
6.1 VERIFICA DEI SETTI DELLA PARATIA

Diaframma tipo 1

Caratteristiche geometriche del singolo setto che costituisce la paratia:

lunghezza	L =	19.00	m
spessore	H =	2.50	m
larghezza	B =	0.80	m

Sezione a quota -1.0 m:



Sollecitazioni fattorizzate combinazione 1:

$$\begin{aligned}
 M &= 940 \cdot 1.1 \cdot 1.3 = 1344 \text{ KNm} \quad (\text{considerando la traslazione del momento}) \\
 T &= 270 \cdot 1.1 \cdot 1.3 = 387 \text{ KN} \\
 N &= -50 \text{ KN} \quad (\text{peso proprio del setto})
 \end{aligned}$$

sezione a quota: **-1,0 m**

VERIFICA DI SEZIONI IN C.A. - SEZIONE RETTANGOLARE D.M. 2008

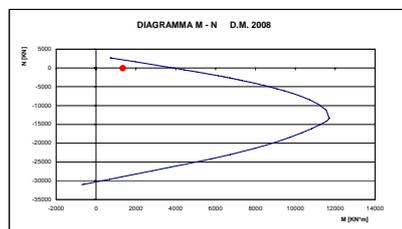
N POSITIVO = TRAZIONE
M POSITIVO = TENDE LE FIBRE INFERIORI

INPUT DATI

ALTEZZA TOTALE	H =	250	cm
LARGHEZZA	B =	80	cm
ARMATURA INFERIORE	A_{si} =	42,4	cm ²
COPRIFERRO INFERIORE	c =	10	cm
ARMATURA SUPERIORE	A_{st} =	26,5	cm ²
COPRIFERRO SUPERIORE	c' =	10	cm
AREA ARMATURA 1 BRACCIO STAFFA	A_{sw1} =	2	cm ²
NUMERO BRACCI DELLE STAFFE	n =	2	
PASSO STAFFE	s =	40	cm
INCLINAZIONE DEI PUNTONI DI CLS	θ =	30 °	
INCLINAZIONE ARMATURA TRASVERSALE	α =	90 °	

RES. CILINDRICA CLS f_{ck} = 2,5 KN/cm²
SNERV. ACCIAIO f_{yk} = 45 KN/cm²

AZIONE ASSIALE SLU	N_{ed} =	-50,0	KN
MOMENTO FLETTENTE SLU	M_{ed} =	1344,0	KNm
TAGLIO SLU	V_{ed} =	387,0	KN
MOMENTO TORCENTE SLU	T_{ed} =	0,0	KNm



MOMENTO RESISTENTE ULTIMO M_{Rsd} = 3928 KNm

VERIFICA A TAGLIO

VERIFICA DEL CALCESTRUZZO V_{Rsd} = 5309,4 KN

VERIFICA ARMATURA TRASVERSALE V_{Rsd} = 1464,0 KN

Sollecitazioni fattorizzate combinazione 2:

$$\begin{aligned}
 M &= 595 \cdot 1.3 + (970 - 595) \cdot 1.0 &= 1149 \text{ KNm} & \text{(con traslazione del momento)} \\
 T &= 190 \cdot 1.3 + (560 - 190) \cdot 1.0 &= 617 \text{ KN} \\
 N &= &= -50 \text{ KN} & \text{(peso proprio del setto)}
 \end{aligned}$$

sezione a quota: **-1,0 m**

VERIFICA DI SEZIONI IN C.A. - SEZIONE RETTANGOLARE D.M. 2008

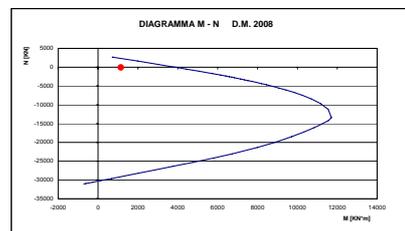
N POSITIVO = TRAZIONE
 M POSITIVO = TENDE LE FIBRE INFERIORI

INPUT DATI

ALTEZZA TOTALE	H =	250	cm
LARGHEZZA	B =	80	cm
ARMATURA INFERIORE	A _{si} =	42,4	cm ²
COPRIFERRO INFERIORE	c =	10	cm
ARMATURA SUPERIORE	A' _{si} =	26,5	cm ²
COPRIFERRO SUPERIORE	c' =	10	cm
AREA ARMATURA 1 BRACCIO STAFFA	A _{sw1} =	2	cm ²
NUMERO BRACCI DELLE STAFFE	n =	2	
PASSO STAFFE	s =	40	cm
INCLINAZIONE DEI PUNTONI DI CLS	θ =	30 °	
INCLINAZIONE ARMATURA TRASVERSALE	α =	90 °	

RES. CILINDRICA CLS	f _{cd} =	2,5	KN/cm ²
SNERV. ACCIAIO	f _{td} =	45	KN/cm ²

AZIONE ASSIALE SLU	N _{sd} =	-50,0	KN
MOMENTO FLETTENTE SLU	M _{sd} =	1149,0	KNm
TAGLIO SLU	V _{sd} =	617,0	KN
MOMENTO TORCENTE SLU	T _{sd} =	0,0	KNm



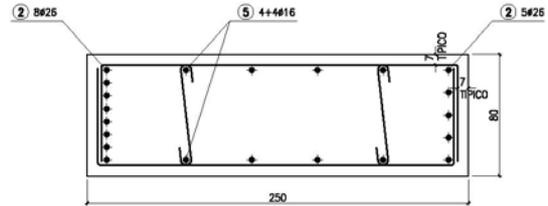
MOMENTO RESISTENTE ULTIMO M_{Rd} = 3928 KNm

VERIFICA A TAGLIO

VERIFICA DEL CALCESTRUZZO V_{Rcd} = 5309,4 KN

VERIFICA ARMATURA TRASVERSALE V_{Rsd} = 1464,0 KN

Sezione a quota -6.0 m:



Sollecitazioni fattorizzate combinazione 1:

$$\begin{aligned}
 M &= 2470 \cdot 1.1 \cdot 1.3 = 3532 \text{ KNm} \quad (\text{considerando la traslazione del momento}) \\
 T &= 310 \cdot 1.1 \cdot 1.3 = 443 \text{ KN} \\
 N &= -300 \text{ KN} \quad (\text{peso proprio del setto})
 \end{aligned}$$

sezione a quota: **-6,0 m**

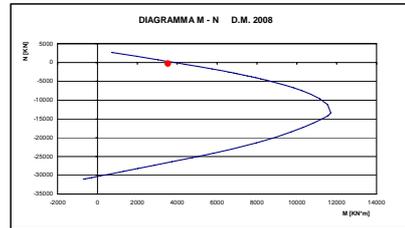
VERIFICA DI SEZIONI IN C.A. - SEZIONE RETTANGOLARE D.M. 2008

N POSITIVO = TRAZIONE
 M POSITIVO = TENDE LE FIBRE INFERIORI

INPUT DATI

ALTEZZA TOTALE	H =	250	cm
LARGHEZZA	B =	80	cm
ARMATURA INFERIORE	A _{si} =	42,4	cm ²
COPRIFERRO INFERIORE	c =	10	cm
ARMATURA SUPERIORE	A' _{si} =	26,5	cm ²
COPRIFERRO SUPERIORE	c' =	10	cm
AREA ARMATURA 1 BRACCIO STAFFA	A _{st1} =	2	cm ²
NUMERO BRACCI DELLE STAFFE	n =	2	
PASSO STAFFE	s =	40	cm
INCLINAZIONE DEI PUNTONI DI CLS	θ =	30 °	
INCLINAZIONE ARMATURA TRASVERSALE	α =	90 °	

RES. CILINDRICA CLS	f _{cd} =	2,5	KN/cm ²
SNERV. ACCIAIO	f _{sd} =	45	KN/cm ²
AZIONE ASSIALE SLU	N _{sd} =	-300,0	KN
MOMENTO FLETTENTE SLU	M _{sd} =	3532,0	KNm
TAGLIO SLU	V _{sd} =	443,0	KN
MOMENTO TORCENTE SLU	T _{sd} =	0,0	KNm



MOMENTO RESISTENTE ULTIMO $M_{Rd} = 4213 \text{ KNm}$

VERIFICA A TAGLIO

VERIFICA DEL CALCESTRUZZO $V_{Rcd} = 5356,2 \text{ KN}$

VERIFICA ARMATURA TRASVERSALE $V_{Rsd} = 1464,0 \text{ KN}$

Sollecitazioni fattorizzate combinazione 2:

$$\begin{aligned}
 M &= 1565 \cdot 1.3 + (2785 - 1565) \cdot 1.0 = 3255 \text{ KNm} \quad (\text{con traslazione del momento}) \\
 T &= 200 \cdot 1.3 + (390 - 200) \cdot 1.0 = 450 \text{ KN} \\
 N &= = -300 \text{ KN} \quad (\text{peso proprio del setto})
 \end{aligned}$$

sezione a quota: **-6,0 m**

VERIFICA DI SEZIONI IN C.A. - SEZIONE RETTANGOLARE D.M. 2008

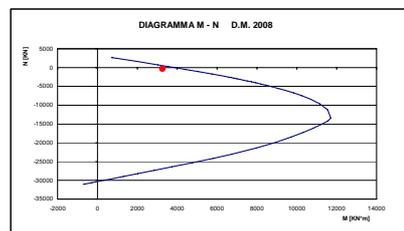
N POSITIVO = TRAZIONE
 M POSITIVO = TENDE LE FIBRE INFERIORI

INPUT DATI

ALTEZZA TOTALE	H =	250	cm
LARGHEZZA	B =	80	cm
ARMATURA INFERIORE	A _{si} =	42,4	cm ²
COPRIFERRO INFERIORE	c =	10	cm
ARMATURA SUPERIORE	A' _{si} =	26,5	cm ²
COPRIFERRO SUPERIORE	c' =	10	cm
AREA ARMATURA 1 BRACCIO STAFFA	A _{sw1} =	2	cm ²
NUMERO BRACCI DELLE STAFFE	n =	2	
PASSO STAFFE	s =	40	cm
INCLINAZIONE DEI PUNTONI DI CLS	θ =	30 °	
INCLINAZIONE ARMATURA TRASVERSALE	α =	90 °	

RES. CILINDRICA CLS	f _{ck} =	2,5	KN/cm ²
SNERV. ACCIAIO	f _{yk} =	45	KN/cm ²

AZIONE ASSIALE SLU	N _{slu} =	-300,0	KN
MOMENTO FLETTENTE SLU	M _{slu} =	3255,0	KNm
TAGLIO SLU	V _{slu} =	450,0	KN
MOMENTO TORCENTE SLU	T _{slu} =	0,0	KNm



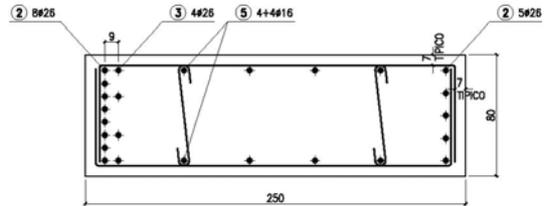
MOMENTO RESISTENTE ULTIMO $M_{Rd} = 4213$ KNm

VERIFICA A TAGLIO

VERIFICA DEL CALCESTRUZZO $V_{Rcd} = 5356,2$ KN

VERIFICA ARMATURA TRASVERSALE $V_{Rsd} = 1464,0$ KN

Sezione a quota -13.0 m:



Sollecitazioni fattorizzate combinazione 1:

$$\begin{aligned}
 M &= 2770 \cdot 1.1 \cdot 1.3 = 3961 \text{ KNm} \quad (\text{considerando la traslazione del momento}) \\
 T &= 60 \cdot 1.1 \cdot 1.3 = 86 \text{ KN} \\
 N &= -600 \text{ KN} \quad (\text{peso proprio del setto})
 \end{aligned}$$

sezione a quota: **-13,0 m**

VERIFICA DI SEZIONI IN C.A. - SEZIONE RETTANGOLARE D.M. 2008

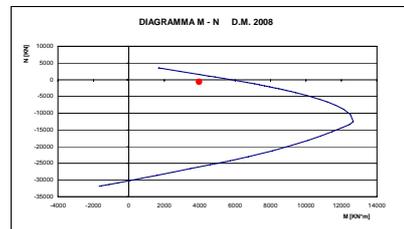
N POSITIVO = TRAZIONE
 M POSITIVO = TENDE LE FIBRE INFERIORI

INPUT DATI

ALTEZZA TOTALE	H =	250	cm
LARGHEZZA	B =	80	cm
ARMATURA INFERIORE	A _{ul} =	63,6	cm ²
COPRIFERRO INFERIORE	c =	10	cm
ARMATURA SUPERIORE	A _{us} =	26,5	cm ²
COPRIFERRO SUPERIORE	c' =	10	cm
AREA ARMATURA 1 BRACCIO STAFFA	A _{stab1} =	2	cm ²
NUMERO BRACCI DELLE STAFFE	n =	2	
PASSO STAFFE	s =	40	cm
INCLINAZIONE DEI PUNTONI DI CLS	θ =	30°	
INCLINAZIONE ARMATURA TRASVERSALE	α =	90°	

RES. CILINDRICA CLS	f _{cd} =	2,5	KN/cm ²
SNERV. ACCIAIO	f _{sd} =	45	KN/cm ²

AZIONE ASSIALE SLU	N _{sd} =	-600,0	KN
MOMENTO FLETTENTE SLU	M _{sd} =	3961,0	KNm
TAGLIO SLU	V _{sd} =	86,0	KN
MOMENTO TORCENTE SLU	T _{sd} =	0,0	KNm



MOMENTO RESISTENTE ULTIMO $M_{Rd} = 6422$ KNm

VERIFICA A TAGLIO

VERIFICA DEL CALCESTRUZZO $V_{Rd2} = 5412,3$ KN

VERIFICA ARMATURA TRASVERSALE $V_{Rd3} = 1464,0$ KN

Sollecitazioni fattorizzate combinazione 2:

$$\begin{aligned}
 M &= 1785 \cdot 1.3 + (3220 - 1785) \cdot 1.0 &= 3756 \text{ KNm} & \text{(con traslazione del momento)} \\
 T &= 30 \cdot 1.3 + (40 - 30) \cdot 1.0 &= 49 \text{ KN} \\
 N &= &= -600 \text{ KN} & \text{(peso proprio del setto)}
 \end{aligned}$$

sezione a quota: **-13,0 m**

VERIFICA DI SEZIONI IN C.A. - SEZIONE RETTANGOLARE D.M. 2008

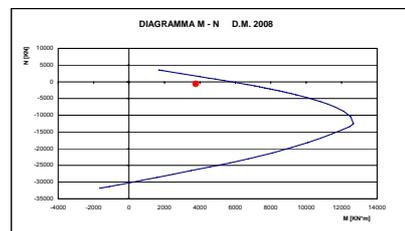
N POSITIVO = TRAZIONE
 M POSITIVO = TENDE LE FIBRE INFERIORI

INPUT DATI

ALTEZZA TOTALE	H =	250	cm
LARGHEZZA	B =	80	cm
ARMATURA INFERIORE	A _{ul} =	63,6	cm ²
COPRIFERRO INFERIORE	c =	10	cm
ARMATURA SUPERIORE	A _{us} =	26,5	cm ²
COPRIFERRO SUPERIORE	c' =	10	cm
AREA ARMATURA 1 BRACCIO STAFFA	A _{st1} =	2	cm ²
NUMERO BRACCI DELLE STAFFE	n =	2	
PASSO STAFFE	s =	40	cm
INCLINAZIONE DEI PUNTONI DI CLS	θ =	30 °	
INCLINAZIONE ARMATURA TRASVERSALE	α =	90 °	

RES. CILINDRICA CLS	f _{cd} =	2,5	KN/cm ²
SNERV. ACCIAIO	f _{td} =	45	KN/cm ²

AZIONE ASSIALE SLU	N _{sd} =	-600,0	KN
MOMENTO FLETTENTE SLU	M _{sd} =	3756,0	KNm
TAGLIO SLU	V _{sd} =	49,0	KN
MOMENTO TORCENTE SLU	T _{sd} =	0,0	KNm



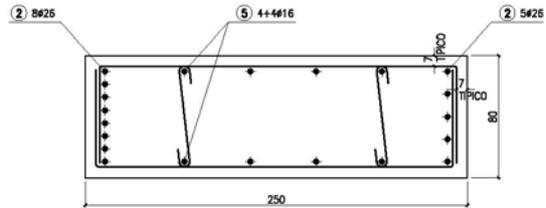
MOMENTO RESISTENTE ULTIMO **M_{Rd} = 6422 KNm**

VERIFICA A TAGLIO

VERIFICA DEL CALCESTRUZZO **V_{Rcd} = 5412,3 KN**

VERIFICA ARMATURA TRASVERSALE **V_{Rsd} = 1464,0 KN**

Sezione a quota -16.0 m:



Sollecitazioni fattorizzate combinazione 1:

$$\begin{aligned}
 M &= 2410 \cdot 1.1 \cdot 1.3 = 3446 \text{ KNm} && \text{(considerando la traslazione del momento)} \\
 T &= 380 \cdot 1.1 \cdot 1.3 = 543 \text{ KN} \\
 N &= -800 \text{ KN} && \text{(peso proprio del setto)}
 \end{aligned}$$

sezione a quota: **-16,0 m**

VERIFICA DI SEZIONI IN C.A. - SEZIONE RETTANGOLARE D.M. 2008

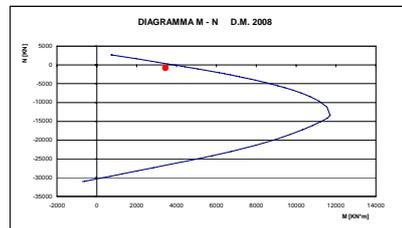
N POSITIVO = TRAZIONE
 M POSITIVO = TENDE LE FIBRE INFERIORI

INPUT DATI

ALTEZZA TOTALE	H =	250	cm
LARGHEZZA	B =	80	cm
ARMATURA INFERIORE	A _{ul} =	42,4	cm ²
COPRIFERRO INFERIORE	c =	10	cm
ARMATURA SUPERIORE	A _{us} =	26,5	cm ²
COPRIFERRO SUPERIORE	c' =	10	cm
AREA ARMATURA 1 BRACCIO STAFFA	A _{sw1} =	2	cm ²
NUMERO BRACCI DELLE STAFFE	n =	2	
PASSO STAFFE	s =	40	cm
INCLINAZIONE DEI PUNTONI DI CLS	θ =	30 °	
INCLINAZIONE ARMATURA TRASVERSALE	α =	90 °	

RES. CILINDRICA CLS	f _{ck} =	2,5	KN/cm ²
SNERV. ACCIAIO	f _{yk} =	45	KN/cm ²

AZIONE ASSIALE SLU	N _{ed} =	-800,0	KN
MOMENTO FLETTENTE SLU	M _{ed} =	3446,0	KNm
TAGLIO SLU	V _{ed} =	543,0	KN
MOMENTO TORCENTE SLU	T _{ed} =	0,0	KNm



MOMENTO RESISTENTE ULTIMO $M_{Rcd} = 4778$ KNm

VERIFICA A TAGLIO

VERIFICA DEL CALCESTRUZZO $V_{Rcd} = 5449,7$ KN

VERIFICA ARMATURA TRASVERSALE $V_{Rcd} = 1464,0$ KN

Sollecitazioni fattorizzate combinazione 2:

$$\begin{aligned}
 M &= 1565 \cdot 1.3 + (2860 - 1565) \cdot 1.0 &= 3330 \text{ KNm} & \text{(con traslazione del momento)} \\
 T &= 250 \cdot 1.3 + (410 - 250) \cdot 1.0 &= 565 \text{ KN} \\
 N &= &= -800 \text{ KN} & \text{(peso proprio del setto)}
 \end{aligned}$$

sezione a quota: **-16,0 m**

VERIFICA DI SEZIONI IN C.A. - SEZIONE RETTANGOLARE D.M. 2008

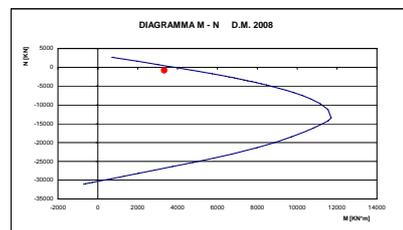
N POSITIVO = TRAZIONE
 M POSITIVO = TENDE LE FIBRE INFERIORI

INPUT DATI

ALTEZZA TOTALE	H =	250	cm
LARGHEZZA	B =	80	cm
ARMATURA INFERIORE	A _{st} =	42,4	cm ²
COPRIFERRO INFERIORE	c =	10	cm
ARMATURA SUPERIORE	A _{st} =	26,5	cm ²
COPRIFERRO SUPERIORE	c' =	10	cm
AREA ARMATURA 1 BRACCIO STAFFA	A _{st1} =	2	cm ²
NUMERO BRACCI DELLE STAFFE	n =	2	
PASSO STAFFE	s =	40	cm
INCLINAZIONE DEI PUNTONI DI CLS	θ =	30 °	
INCLINAZIONE ARMATURA TRASVERSALE	α =	90 °	

RES. CILINDRICA CLS	f _{ck} =	2,5	KN/cm ²
SNERV. ACCIAIO	f _{yk} =	45	KN/cm ²

AZIONE ASSIALE SLU	N _{ed} =	-800,0	KN
MOMENTO FLETTENTE SLU	M _{ed} =	3330,0	KNm
TAGLIO SLU	V _{ed} =	565,0	KN
MOMENTO TORCENTE SLU	T _{ed} =	0,0	KNm



MOMENTO RESISTENTE ULTIMO M_{Rd} = 4778 KNm

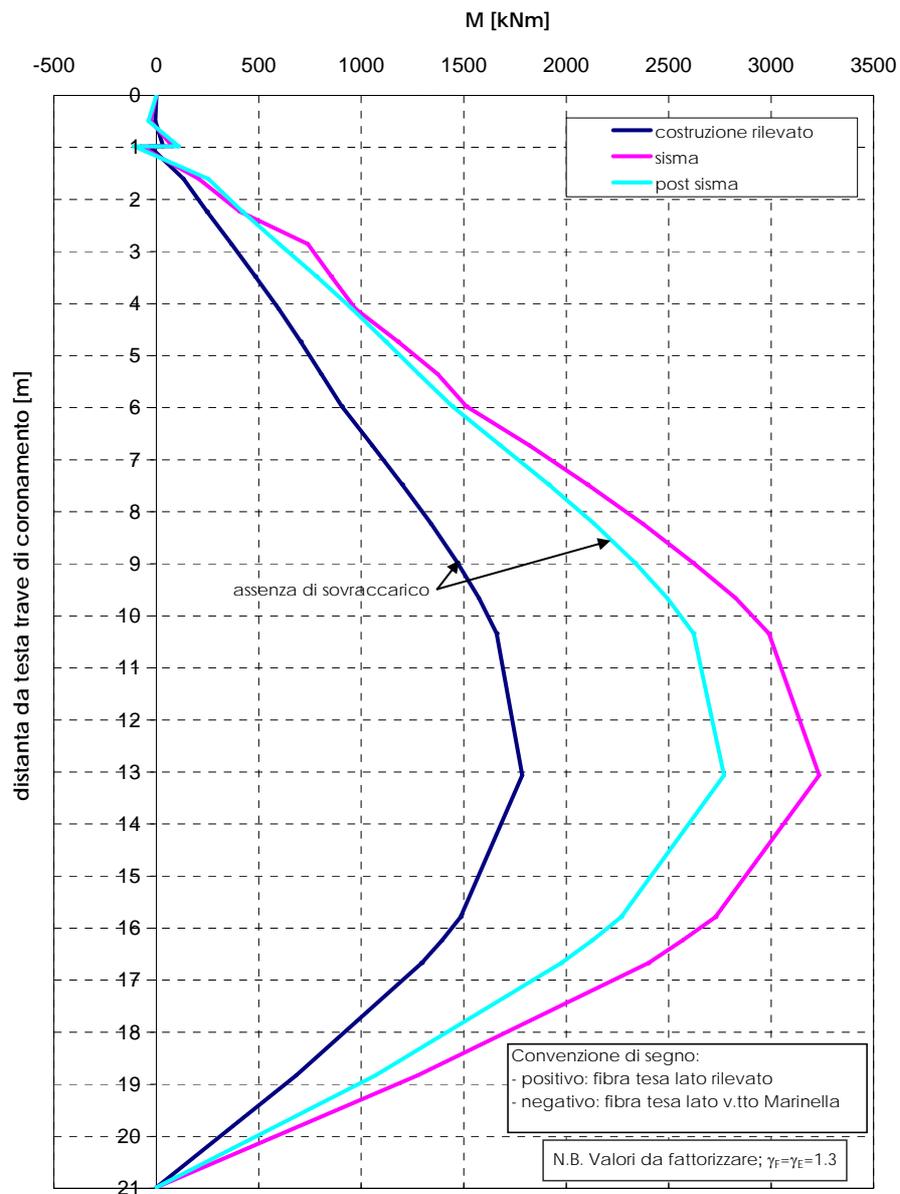
VERIFICA A TAGLIO

VERIFICA DEL CALCESTRUZZO V_{Rd} = 5449,7 KN

VERIFICA ARMATURA TRASVERSALE V_{Rd} = 1464,0 KN

ALLEGATO 1

Opera di presidio al piede del rilevato in corrispondenza del viadotto Marinella - Caso 5 - Setti L=20m -
 Approccio 1 - Combinazione 1 (A1+M1+R1)
 Andamento dei momenti flettenti nei pali nelle varie fasi (pari a quelli di analisi per 2.25 m)



Opera di presidio al piede del rilevato in corrispondenza del viadotto Marinella - Caso 5 - Setti L=20m - Approccio 1 - Combinazione 1 (A1+M1+R1)
 Andamento dei tagli nei pali nelle varie fasi (pari a quelli di analisi per 2.25 m)

