

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

TOMBINI E PONTICELLI IDRAULICI

Tombino scatolare 3,0x2,0m al km 10+157,727:
 Relazione di calcolo

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

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I F 1 N	0 1	E	Z Z	C L	I N 0 5 0 0	0 0 1	C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	E.Sellari	10-07-2018	F.Durastanti	10-07-2018	P. Mazzoli	10-07-2018	F.Durastanti
B	Rev. Istruttoria ITF 07/09/18	E.Sellari	22-09-2018	F.Durastanti	22-09-2018	P. Mazzoli	22-09-2018	
C	Recepimento istruttoria	E.Sellari	Ottobre 2018	F.Durastanti	Ottobre 2018	P. Mazzoli	Ottobre 2018	
								Ottobre 2018

File: IF1N.0.1.E.ZZ.CL.IN.05.0.0.001.C.docx	n. Elab.:
---	-----------

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>2 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	2 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	2 di 53								

Indice

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
4	UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA	7
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
6	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	8
7	CRITERI PROGETTUALI	9
7.1	VITA NOMINALE.....	9
7.2	CLASSE D'USO	10
7.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	10
8	ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO.....	11
8.1	PESO PROPRIO DELLO SCATOLARE.....	11
8.2	PERMANENTI PORTATI	11
8.3	PERMANENTI PORTATI: SPINTA DEL TERRENO	11
8.4	AZIONE DEL SOVRACCARICO ACCIDENTALE MOBILE	12
8.5	VARIAZIONE TERMICA	14
8.6	RITIRO E VISCOSITÀ DEL CALCESTRUZZO	14
8.7	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	14
9	COMBINAZIONI DI CARICO	17
10	MODELLAZIONE STRUTTURALE	23
10.1	MODELLAZIONE ADOTTATA	23
10.2	RISULTATI ANALISI STRUTTURALE	25
11	VERIFICHE STR	26
11.1	VERIFICA SOLETTA DI COPERTURA.....	26
11.1.1	VERIFICA IN CAMPATA.....	27
11.1.2	VERIFICA IN APPOGGIO	29
11.2	VERIFICA PIEDRITTI.....	32
11.2.1	VERIFICA ALLO SPICCATO	32
11.2.2	VERIFICA IN SOMMITÀ.....	34

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>3 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	3 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	3 di 53								

11.3	VERIFICA SOLETTA IN FONDAZIONE.....	37
11.3.1	VERIFICA IN CAMPATA.....	37
11.3.2	VERIFICA IN APPOGGIO.....	40
11.4	RIEPILOGO VERIFICHE A FESSURAZIONE.....	43
12	VERIFICHE GEO.....	44
13	MURI AD U.....	49
13.1	ANALISI DEI CARICHI.....	49
13.1.1	PESO PROPRIO.....	49
13.1.2	SOVRACCARICO PERMANENTE, SPINTA DEL BALLAST.....	49
13.1.3	SPINTA DEL TERRENO DEL RILEVATO FERROVIARIO.....	49
13.1.4	SPINTA ORIZZONTALE FALDA, SOTTOSPINTA IDRAULICA SU SOLETTA INFERIORE, CARICHI VARIABILI.....	49
13.1.5	AZIONI SISMICHE.....	49
13.2	MODELLO DI CALCOLO.....	49
13.3	VERIFICHE.....	49
13.3.1	PIEDRITTO - INCASTRO ALLA BASE.....	49
14	INCIDENZA ARMATURA.....	53

	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>4 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	4 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	4 di 53								

1 PREMESSA

Nell’ambito dell’Itinerario Napoli – Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Canello – Benevento – 1° Lotto Funzionale Canello – Frasso Telesino e Variante alla Linea Storica Roma – Napoli Via Cassino nel Comune di Maddaloni (compreso il Collegamento Merci con lo scalo di Marcianise – Collegamento Benevento-Marcianise) oggetto della Progettazione Esecutiva in esame.

Nella presente relazione sono illustrati i calcoli e le verifiche del tombino scatolare tipo 3 m x 2 m al km 10+157.727. Il tombino è largo 3.00 m ed ha un’altezza netta di 2.00 m. I piedritti e la soletta di fondazione hanno spessore pari a 0.60 m, così come la soletta di copertura.

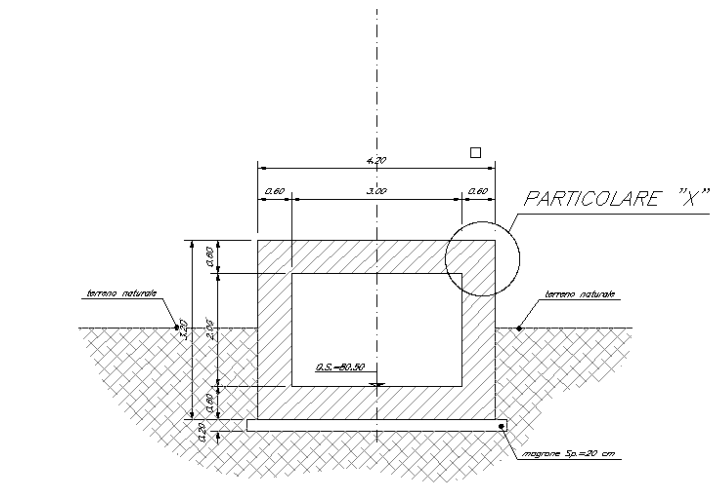


Figura 1 Sezione trasversale

   	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>5 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	5 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	5 di 53								

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- ✓ Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- ✓ Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- ✓ Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- ✓ Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- ✓ Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- ✓ Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- ✓ Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo
- ✓ Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- ✓ Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- ✓ 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
- ✓ EC8 – Strutture in zone sismiche – parte 1 (generale ed edifici) e parte 2 (ponti).
- ✓ UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>6 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	6 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	6 di 53								

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>7 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	7 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	7 di 53								

4 UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA

Si utilizza il Sistema Internazionale (SI):

unità di misura principali

N	(Newton)	unità di forza
m	(metro)	unità di lunghezza
kg	(kilogrammo-massa)	unità di massa
s	(secondo)	unità di tempo

unità di misura derivate

kN	(kiloNewton)	10^3 N
MN	(megaNewton)	10^6 N
kgf	(kilogrammo-forza)	1 kgf = 9.81 N
cm	(centimetro)	10^{-2} m
mm	(millimetro)	10^{-3} m
Pa	(Pascal)	1 N/m ²
kPa	(kiloPascal)	10^3 N/m ²
MPa	(megaPascal)	10^6 N/m ²
N/m ³	(peso specifico)	
g	(accelerazione di gravità)	~ 9.81 m/s ²

corrispondenze notevoli

1 MPa = 1 N/mm ²
1 MPa \sim 10 kgf/cm ²
1 kN/m ³ \sim 100 kgf/m ³

Si utilizzano i seguenti principali simboli con le relative unità di misura normalmente adottate:

γ	(gamma)	peso dell'unità di volume	(kN/m ³)
σ	(sigma)	tensione normale	(N/mm ²)
τ	(tau)	tensione tangenziale	(N/mm ²)
ϵ	(epsilon)	deformazione	(m/m - adimensionale)
φ	(fi)	angolo di resistenza	(° sessagesimali)

5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali sono ricavate con riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli 4 e 11 del D.M. 14 gennaio 2008. Nelle tabelle che seguono sono indicate le principali caratteristiche e i riferimenti dei paragrafi del D.M. citato.

   	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>8 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	8 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	8 di 53								

Calcestruzzo strutture scatolari

$R_{ck} =$	40	MPa	Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica del calcestruzzo a 28 gg
$f_{ck} =$	33	MPa	Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo a 28 gg
$f_{cm} =$	41	MPa	Valore medio della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo
$f_{ctm} =$	3.1	MPa	Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo
$f_{ctm} =$	3.7	MPa	Valore medio della resistenza a trazione per flessione del calcestruzzo
$f_{ctk,0,05} =$	2.17	MPa	Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo (frattile del 5%)
$f_{ctk,0,95} =$	4.0	MPa	Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo (frattile del 95%)
$E_{cm,t0} =$	33642.78	MPa	Modulo di elasticità secante del calcestruzzo
$E_{cm,t\infty} =$	10384	MPa	Modulo di elasticità secante del calcestruzzo atempo infinito
$\epsilon_{c1} =$	2.2	%	Deformazione di contrazione del calcestruzzo alla tensione di picco
$\epsilon_{cu1} =$	3.5	%	Deformazione ultima di contrazione del calcestruzzo
$\epsilon_{c2} =$	2.0	%	Deformazione di contrazione del calcestruzzo alla tensione di picco
$\epsilon_{cu2} =$	3.5	%	Deformazione ultima di contrazione del calcestruzzo
$n =$	2.00		
$\epsilon_{c3} =$	1.8	%	Deformazione di contrazione del calcestruzzo alla tensione di picco
$\epsilon_{cu3} =$	3.5	%	Deformazione ultima di contrazione del calcestruzzo

Acciaio per cao

TIPO	B450 C		Tipo di acciaio
$f_{yk} =$	450	MPa	Tensione Caratteristica di Snervamento
$f_{tk} =$	540	MPa	Tensione Caratteristica di Rottura
Verifiche agli SLU			
$\gamma_s =$	1.15		Coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio
$f_{yd} =$	391.30	MPa	Resistenza di calcolo a Trazione dell'Acciaio
Verifiche agli SLE			
$\sigma_s =$	360	MPa	Massima tensione nel l'acciaio in Esercizio

6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Di seguito si riporta la scheda geotecnica del tombino al km 10+150. I sondaggi di riferimento sono: S7 e P15:

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>9 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	9 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	9 di 53								

Strato	Profondità Da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	N _{SPT} (colpi/30cm)
1	0.0	8.0 ÷ 9.0	Sabbie limose	-
2	8.0 ÷ 9.0	13.0 ÷ 14.0	Tufo litoide giallastro	-
3	13.0 ÷ 14.0	18.0 ÷ 19.0	Tufo grigio alterato	40 - 50
4	18.0 ÷ 19.0	40.0	Limi sabbiosi	50 - 55
Profondità della falda: 15 m da p.c.				

Tabella 1

Parametri	Strato 1	Strato 2	Strato 3	Strato 4
γ_t (kN/m ³)	17	13.5 – 14.5	13.5 – 14.5	15.0 ÷ 18.0
GSI	-	35	-	-
σ_c (MPa)	-	2	-	-
σ_t (MPa)	-	-	-	-
m_i (-)	-	13	-	-
ϕ' (°)	32	30	33	-
c' (kPa)	0	20	0	-
c_u (kPa)	-	-	-	100 - 150 ^(*)
V_s (m/s)	100 – 200 ^(*)	400 – 500 ^(*)	200 – 300 ^(*)	200 - 250 ^(*)
G_0 (MPa)	15 – 70 ^(*)	-	80 – 160 ^(*)	80 - 120 ^(*)
E_{op} (MPa)	7 – 30 ^(*)	35 – 40 ^(*)	30 – 70 ^(*)	35 – 50 ^(*)
ν' (-)	0.25	0.2	0.25	0.25
k (m/s)	5×10^{-5}	$5 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5}$

Tabella 2

Nota: (*) crescente con la profondità

7 CRITERI PROGETTUALI

7.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel presente caso l'opera viene inserita nella seguente tipologia di costruzione :

2) Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale

   	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>10 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	10 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	10 di 53								

La cui vita nominale è pari a: **75 anni**.

7.2 CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l'opera appartiene alla seguente classe d'uso:

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Il coefficiente d'uso è pari a: **1.50**.

7.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione al periodo di riferimento V_R ricavato, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U .

Pertanto $V_R = 75 \times 1.5 = \mathbf{112.5 \text{ anni}}$

	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>11 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	11 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	11 di 53								

8 ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari che agiscono sulla struttura in oggetto. Tali azioni sono definite secondo le normative e sono utilizzate per la generazione delle combinazioni di carico nell'ambito delle verifiche di resistenza, in esercizio e in presenza dell'evento sismico. Tutti i carichi elementari si riferiscono a un concio longitudinale di lunghezza unitaria, pertanto sono tutti definiti rispetto all'unità di lunghezza.

8.1 PESO PROPRIO DELLO SCATOLARE

Il peso proprio dello scatolare viene calcolato in automatico dal programma di calcolo utilizzato.

- Spessore soletta di fondazione: 0.60 m;
- Spessore piedritti: 0.60 m;
- Spessore soletta di copertura: 0.60 m;
- Larghezza netta: 3.00 m;
- Altezza netta: 2.00 m.

8.2 PERMANENTI PORTATI

Sono stati considerati i seguenti carichi permanenti:

- Ballast e armamento: $0.80 \text{ m} \times 18.00 \text{ kN/m}^3 = 14.40 \text{ kN/m}^2$;

8.3 PERMANENTI PORTATI: SPINTA DEL TERRENO

Le spinte del terreno di rinfianco vengono calcolate assumendo alternativamente uno scenario di spinta non equilibrata sui due piedritti con spinta a riposo sul piedritto sinistro e spinta a riposo ridotta a 0.60 sul piedritto destro. In aggiunta, si considera anche la condizione di carico con spinte equilibrate su entrambi i piedritti. La spinta in condizioni di esercizio viene calcolata con il coefficiente di spinta a riposo k_0 .

$$\sigma = \gamma z K_0 + p_v \cdot k_0$$

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_0 + p_v \cdot k_0 \cdot H$$

Spinta del terreno (Condizioni SPTSX e SPTDX)

k_0		$1 - \text{sen}(32^\circ) =$	0.470	
Spinta alla quota di estradosso sol. sup.	p1	$0.470 \cdot 114.70 =$	53.92	kN/m ²
Spinta in asse sol. sup.	p2	$0.470 \cdot (114.70 + 17 \cdot 0.60/2) =$	56.32	kN/m²
Spinta in asse sol. inf.	p3	$0.470 \cdot [114.70 + 17 \cdot (0.60/2 + 2.00 + 0.60/2)] =$	77.09	kN/m²
Spinta alla quota di intradosso sol. inf.	p4	$0.470 \cdot [114.70 + 17 \cdot (0.60/2 + 2.00 + 0.60)] =$	79.49	kN/m ²
Spinta semispessore sol. sup.	F1	$(53.92 + 56.32)/2 \cdot 0.60/2 =$	16.54	kN/m
Spinta semispessore sol. inf.	F2	$(77.09 + 79.49)/2 \cdot 0.60/2 =$	23.49	kN/m

dove p_v è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

Sui piedritti è stato applicato un carico concentrato simulante la spinta sul semispessore della soletta superiore ed inferiore, pari a:

$$F_1 = \sigma_n \times s_p/2 = 16.54 \text{ kN/m}$$

$$F_2 = \sigma_n \times s_p/2 = 23.49 \text{ kN/m}$$

   	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>12 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	12 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	12 di 53								

8.4 AZIONE DEL SOVRACCARICO ACCIDENTALE MOBILE

Per quanto attiene il sovraccarico ferroviario si applica il peggiore tra il carico verticale dovuto al treno SW/2 pari a 150 kN/m x 1 e il carico verticale dovuto al treno LM71 pari a 250 kN / 1.6 m x 1.1 = 172.0 kN/m uniformemente distribuito su una larghezza trasversale di calcolo fino a livello del piano d'asse della soletta di copertura.

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE "α"	
	PONTI CAT. "A"	PONTI CAT. "B"
LM 71	1.1	0.83
SW / 0	1.1	0.83
SW / 2	1.0	0.83

Tabella 3

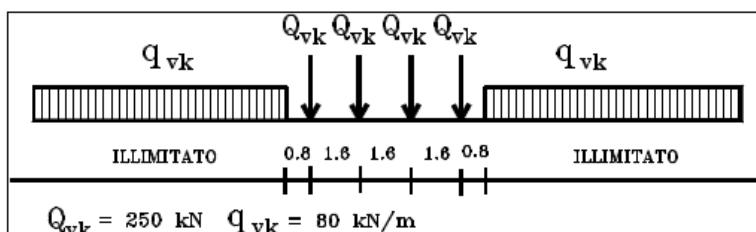


Figura 2 Treno di carico LM71

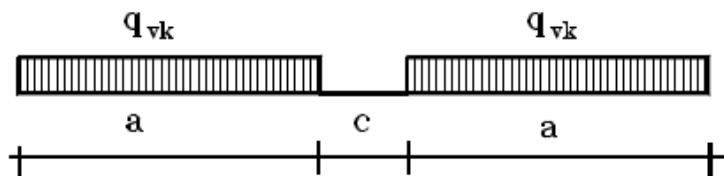


Figura 3

Tipo di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

Figura 4 – Treno di carico SW

In questo caso si applicherà il carico dovuto al treno LM71.

Coefficiente di amplificazione dinamica Φ (per linee con ridotto standard manutentivo):

$$\Phi_3 = 2.16 / (\text{rad}q(L_\phi) - 0.2) + 0.73 = 1.35$$

con: L_ϕ lunghezza caratteristica

La diffusione dei carichi attraverso il ballast avviene con pendenza 1:4 mentre, attraverso il resto degli strati dei diversi materiali con pendenza 1:1.

Determinazione delle larghezze di diffusione dei carichi mobili:

La diffusione dei carichi attraverso ballast e rilevato avviene con pendenza 1:4, mentre attraverso la soletta in cls ed il massetto con pendenza 1:1. Gli spessori di ballast, rilevato e soletta sono i seguenti:

h ballast sotto la traversina = 0.45 m

h soletta = 0.40 m

	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>13 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	13 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	13 di 53								

h ricoprimento = 5.90 m

E' stato applicato un carico distribuito equivalente dei 4 assi 250 kN ad interasse 1.60 m.

equivalente = $4 \times 250 / 6.40 = 156.25 \text{ KN/m}$.

Larghezza di diffusione in direzione trasversale:

larghezza traversina = 2.40 m

$b_1 = 2.40 + 2 \times [5.90 + 0.45/4 + 0.60/2] = 15.03 \text{ m}$

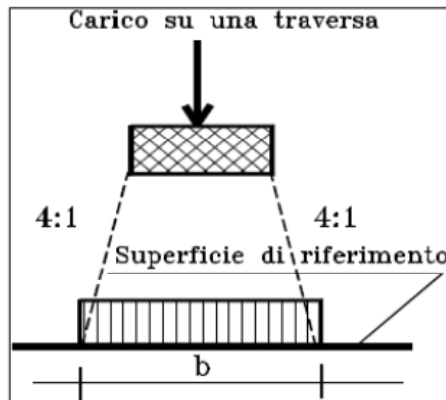


Figura 5

LM71 quattro assi da 250 kN e distribuito di 80 KN/m^2

Treno LM71 in mezzeria (L3)

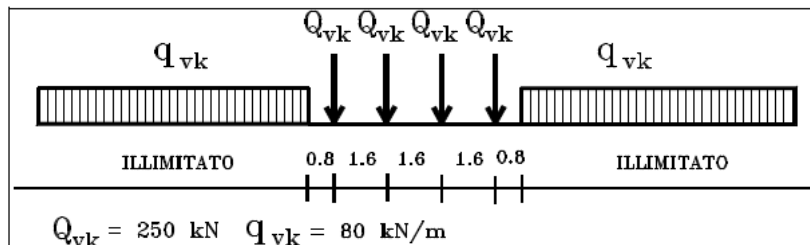


Figura 6

Q_{vk} (a livello dell'asse della soletta) = $4 \times 250 / (6.40 \times 15.03) = 10.39 \text{ kN/m}^2$

$q = \text{equivalente} \times \alpha \times \varphi = 10.39 \times 1.10 \times 1.35 = 15.44 \text{ kN/m}^2$

q_{vk} (a livello dell'asse della soletta) = $80 / 15.03 = 5.32 \text{ kN/m}^2$

$q = \text{equivalente} \times \alpha \times \varphi = 5.32 \times 1.10 \times 1.35 = 7.90 \text{ kN/m}^2$

Spinta sui piedritti SPACC

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante a tergo, si considera un carico uniformemente distribuito. Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a $S = k_0 \cdot q \cdot H$, con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste.

La spinta del sovraccarico a tergo del rilevato verrà considerata agente sia su un solo piedritto per massimizzare lo sbilanciamento e sia su entrambi i piedritti.

Spinta del carico accidentale (Condizioni SPACCSX e SPACCDX)

	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>14 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	14 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	14 di 53								

$$\text{Spinta dovuta al } q_1 \quad p = 0.470 \cdot 1.1 \cdot 1000 / (15.03 \cdot 6.40) = \quad \mathbf{5.38} \quad \mathbf{kN/m^2}$$

Avviamento e frenatura AVV

Si associano al convoglio di progetto le azioni di avviamento del carico LM71 in quanto maggiormente gravose per la struttura in esame. Le azioni in esame vengono ripartite trasversalmente sulla sola larghezza di diffusione trascurando di fatto il ruolo di diaframma della soletta stessa che ripartirebbe le azioni orizzontali sull'intera opera.

$$S=33/L_{d1} = 2.20 \text{ kN/m}^2$$

8.5 VARIAZIONE TERMICA

La variazione termica uniforme applicata al traverso è pari a $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$. Essendo il ricoprimento superiore a 2.5 m si trascura la variazione termica a farfalla. Per il coefficiente di dilatazione termica si assume $\alpha = 10 \times 10^{-6}$.

8.6 RITIRO E VISCOSITÀ DEL CALCESTRUZZO

Gli effetti del ritiro del calcestruzzo sono valutati impiegando i coefficienti indicati al punto 11.2.10.6 delle NTC2008.

La deformazione totale da ritiro è data dalla somma della deformazione per ritiro da essiccamento e della deformazione da ritiro autogeno. Il ritiro è stato applicato mediante una variazione termica equivalente pari a 14.5°C , ed un umidità relativa del 75% a 7 gg.

$f_{ck} = 32$	Mpa	Resistenza Caratteristica Cilindrica a Compressione			
$UR = 75$	%	Umidità Relativa			
$\epsilon_{co} = -0.304$	‰	Deformazione per Ritiro da Essiccamento			
$A_c = 0.4$	m²	Area della Sezione in Conglomerato			
$u = 3$	m	Perimetro della Sezione in Conglomerato esposto all'Aria			
$h_0 = 400$	mm	Dimensione Fittizia pari al rapporto $2A_c/u$			
$k_n = 0.725$					
$\epsilon_{cd,\infty} = -0.220$	‰	Deformazione per Ritiro da Essiccamento (a Tempo infinito)			
$\epsilon_{ca,\infty} = -0.055$	‰	Deformazione per Ritiro da Autogeno (a Tempo infinito)			
$\epsilon_{cs} = -0.275$	‰	Deformazione per Ritiro Totale (a Tempo infinito)			
$\phi(t_\infty, t_0) = 1.907$		Coefficiente di Viscosità a $t = \infty$			
			\rightarrow	$\Delta T_{eq} = 27.54$	$^\circ\text{C}$
			$\Delta T_{eq(t_\infty)} =$	14.5	$^\circ\text{C}$

8.7 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'opera in oggetto viene progettata per una vita nominale $V_N = 75$ anni ed una classe d'uso III a cui corrisponde un coefficiente d'uso $C_U = 1.5$.

L'azione sismica di progetto è definita per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV). Il periodo di ritorno di quest'ultima - in funzione della vita utile, della classe d'uso, del tipo di costruzione e dello stato limite di riferimento (prima definiti) - è di 1068 anni.

Essa, conformemente a quanto prescritto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base del sito su cui l'opera insiste. Tale pericolosità sismica è descritta, in termini geografici e temporali:

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>15 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	15 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	15 di 53								

- attraverso i valori di accelerazione orizzontale di picco a_g (attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale) e le espressioni che definiscono le ordinate del relativo spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$
- in corrispondenza del punto del reticolo che individua la posizione geografica dell'opera

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

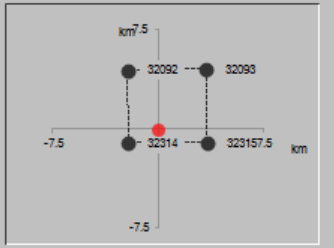
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri


Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



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".

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

Figura 7

- con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} .
- In particolare, la forma spettrale prevista dalla normativa è definita, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:
- a_g , accelerazione orizzontale massima del terreno
 - F_0 , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
 - T_C^* , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.068	2.380	0.329
SLD	113	0.084	2.417	0.347
SLV	1068	0.187	2.499	0.415
SLC	2193	0.230	2.543	0.433

Tabella 4

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. Si assume un fattore di struttura $q=1$ poiché si impiegheranno le azioni sismiche per il dimensionamento degli apparecchi di appoggio.

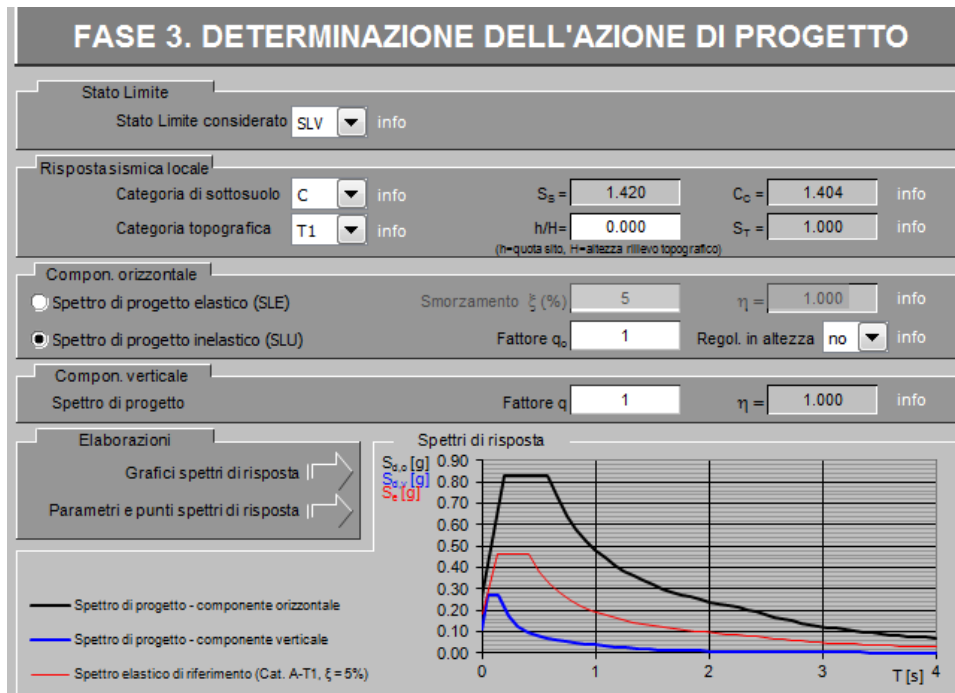


Figura 8

I dati così ottenuti sono stati richiamati nel programma di calcolo per effettuare un'analisi modale.

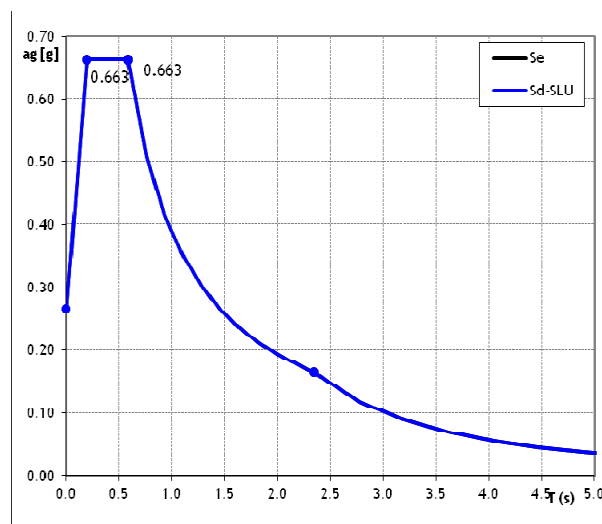


Figura 9 Spettro di risposta elastico

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica è calcolata con la teoria di Wood, risultando in un valore di spinta al metro, distribuito uniformemente sull'intera altezza del piedritto, da applicare ad una quota pari ad $H/2$.

$$\Delta P_d = a_{max} (g) \gamma H^2$$

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>17 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	17 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	17 di 53								

Nelle analisi sismiche si assume il convoglio di progetto relativo ai carri con assi da 250 kN ed interasse costante ripartito al livello dell'asse della soletta superiore e incrementato del coefficiente di adattamento e del coefficiente dinamico.

Non si considerano associate al convoglio azioni di frenatura in quanto l'azione sismica è in direzione ortogonale alla canna del sottopasso. Si considera quindi il carico LM71 con un coefficiente di partecipazione 0.20.

Sisma orizzontale (Condizione SISMAH)

Stato limite		Salvaguardia della vita - SLU -	SLV	
Vita nominale	V_N		75	anni
Classe d'uso			III	
Coefficiente C_U	C_U		1.5	
Periodo di riferimento	V_R		112.5	anni
Accelerazione orizzontale	a_g/g		0.187	
Amplificazione spettrale	F_o		2.499	
Categoria sottosuolo		A, B, C, D, E	C	
Coef. Amplificazione stratigrafica	S_s		1.420	
Coef. Amplificazione topografica	S_t		1	
Coefficiente S	S	$=S_s \cdot S_t$	1.420	
accelerazione orizzontale max	a_{max}/g	$=a_g/g \cdot S$	0.265	
Fattore di struttura	q		1.00	
Coef. sismico orizzontale	k_h	$=a_{max}/g$	0.265	
Coef. sismico verticale	k_v	$=\pm 0.5 \cdot k_h$	0.133	
Carico accidentale totale gravante sulla cop.		$1.1 \cdot 1000 / (15.03 \cdot 6.40) \cdot 4.20 + 1.1 \cdot 80 / 15.03 \cdot 4.20 =$	72.6	kN/m
Forza orizz. sulla sol. di cop.	FHs	$0.265 \cdot (0.60 \cdot 25 + 114.70 + 0.2 \cdot 72.6 / 3.60) / 1.00 =$	35.50	kN/m²
Forza orizz. sui piedritti	FHp	$0.265 \cdot (0.60 \cdot 25) / 1.00 =$	3.98	kN/m²
Sisma verticale (Condizione SISMAV)				
Forza vert. sulla sol. di cop.	FVs	$0.133 \cdot (0.60 \cdot 25 + 114.70 + 0.2 \cdot 72.6 / 3.60) / 1.00 =$	17.75	kN/m²
Spinta del terreno in fase sismica (Condizione SPSDX)				
Risultante della spinta sismica	ΔS_E	$= (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot (H_{int} + S_s + S_f)^2 = 0.265 \cdot 17 \cdot 3.20^2$	46.2	kN/m
Pressione risultante	Δp_E	$= \Delta S_E / H = 46.2 / 2.60$	17.77	kN/m²

9 COMBINAZIONI DI CARICO

In linea con quanto riportato nel quadro normativo vigente, le azioni descritte nei paragrafi precedenti, sono combinate nel modo seguente:

combinazione fondamentale (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 sismica:

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

combinazione eccezionale:

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

combinazione Rara (SLE irreversibile):

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

combinazione Frequente (SLE reversibile):

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

combinazione Quasi Permanente (SLE per gli effetti a lungo termine):

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>18 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	18 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	18 di 53								

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

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella tabella seguente.

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	+	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante

(1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc...)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Tabella 5 Valutazione dei carichi da traffico

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali ed i coefficienti di combinazione ψ delle tabelle seguenti.

   	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>19 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	19 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	19 di 53								

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.

⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 6 Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 7 Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

Sono prese in considerazione le seguenti verifiche agli stati limite ultimi:

- SLU di tipo Geotecnico (GEO), relative a condizioni di:

Collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>20 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	20 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	20 di 53								

- SLU di tipo strutturale (STR), relative a condizioni di:

Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

- Le verifiche sono svolte considerando il seguente approccio:

Approccio 2:

A1 + M1 + R3

Tale approccio prevede un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali che nelle verifiche geotecniche.

PARAMETRO	Coefficiente parziale	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	γ_{φ}	1,00	1,25
Coesione efficace	ξ_c	1,00	1,25
Resistenza non drenata	ξ_{sk}	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	γ_T	1,00	1,00

VERIFICA	Coefficiente parziale	(R1)	(R2)	(R3)
Capacità portante	γ_R	1,00	1,80	2,30

Tabella 8 Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Si ottengono le combinazioni riportate nella successiva tabella:

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
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare
3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	21 di 53

STRU	PERM	ACC-M	ACC-T	AVV	SPT SX	SPT DX	SPACCSX	SPACCDX	TERM	RITIRO	SISMAH	SISMAX	SPSDX
01S1-11M	1.35	1.45	0	0	1.00	1.00	0	0	0.9	0	0	0	0
02S1-11T	1.35	0	1.45	0	1.00	1.00	0	0	0.9	0	0	0	0
03S1-12M	1.35	1.45	0	0	1.35	1.35	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0
04S1-12T	1.35	0	1.45	0	1.35	1.35	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0
05S1-13M	1.35	1.45	0	0	1.00	1.35	0	1.45	0.9	0	0	0	0
06S1-13T	1.35	0	1.45	0	1.00	1.35	0	1.45	0.9	0	0	0	0
07S1-14-	1.35	0	0	0	1.35	1.35	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0
08S1-15-	1.35	0	0	0	1.00	1.35	0	1.45	0.9	0	0	0	0
09S1-21M	1.35	1.45	0	0	1.00	1.00	0	0	-0.9	1.35	0	0	0
10S1-21T	1.35	0	1.45	0	1.00	1.00	0	0	-0.9	1.35	0	0	0
11S1-22M	1.35	1.45	0	0	1.35	1.35	1.45	1.45	-0.9	1.35	0	0	0
12S1-22T	1.35	0	1.45	0	1.35	1.35	1.45	1.45	-0.9	1.35	0	0	0
13S1-23M	1.35	1.45	0	0	1.00	1.35	0	1.45	-0.9	1.35	0	0	0
14S1-23T	1.35	0	1.45	0	1.00	1.35	0	1.45	-0.9	1.35	0	0	0
15S1-24-	1.35	0	0	0	1.35	1.35	1.45	1.45	-0.9	1.35	0	0	0
16S1-25-	1.35	0	0	0	1.00	1.35	0	1.45	-0.9	1.35	0	0	0
17S1T11M	1.35	1.16	0	1.16	1.00	1.00	0	0	1.5	0	0	0	0
18S1T11T	1.35	0	1.16	1.16	1.00	1.00	0	0	1.5	0	0	0	0
19S1T12M	1.35	1.16	0	1.16	1.35	1.35	1.16	1.16	1.5	0	0	0	0
20S1T12T	1.35	0	1.16	1.16	1.35	1.35	1.16	1.16	1.5	0	0	0	0
21S1T13M	1.35	1.16	0	1.16	1.00	1.35	0	1.16	1.5	0	0	0	0
22S1T13T	1.35	0	1.16	1.16	1.00	1.35	0	1.16	1.5	0	0	0	0
23S1T14-	1.35	0	0	0	1.35	1.35	1.16	1.16	1.5	0	0	0	0
24S1T15-	1.35	0	0	0	1.00	1.35	0	1.16	1.5	0	0	0	0
25S1T21M	1.35	1.16	0	1.16	1.00	1.00	0	0	-1.5	1.35	0	0	0
26S1T21T	1.35	0	1.16	1.16	1.00	1.00	0	0	-1.5	1.35	0	0	0
27S1T22M	1.35	1.16	0	1.16	1.35	1.35	1.16	1.16	-1.5	1.35	0	0	0
28S1T22T	1.35	0	1.16	1.16	1.35	1.35	1.16	1.16	-1.5	1.35	0	0	0
29S1T23M	1.35	1.16	0	1.16	1.00	1.35	0	1.16	-1.5	1.35	0	0	0
30S1T23T	1.35	0	1.16	1.16	1.00	1.35	0	1.16	-1.5	1.35	0	0	0
31S1T24-	1.35	0	0	0	1.35	1.35	1.16	1.16	-1.5	1.35	0	0	0
32S1T25-	1.35	0	0	0	1.00	1.35	0	1.16	-1.5	1.35	0	0	0
33S3-11M	1.35	1.45	0	1.45	1.00	1.00	0	0	0.9	0	0	0	0
34S3-11T	1.35	0	1.45	1.45	1.00	1.00	0	0	0.9	0	0	0	0
35S3-12M	1.35	1.45	0	1.45	1.35	1.35	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0
36S3-12T	1.35	0	1.45	1.45	1.35	1.35	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0
37S3-13M	1.35	1.45	0	1.45	1.00	1.35	0	1.45	0.9	0	0	0	0
38S3-13T	1.35	0	1.45	1.45	1.00	1.35	0	1.45	0.9	0	0	0	0

Tabella 9

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**
**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare
 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	22 di 53

39	39S3-21M	1.35	1.45	0	1.45	1.00	1.00	0	0	-0.9	1.35	0	0	0
40	40S3-21T	1.35	0	1.45	1.45	1.00	1.00	0	0	-0.9	1.35	0	0	0
41	41S3-22M	1.35	1.45	0	1.45	1.35	1.35	1.16	1.16	-0.9	1.35	0	0	0
42	42S3-22T	1.35	0	1.45	1.45	1.35	1.35	1.16	1.16	-0.9	1.35	0	0	0
43	43S3-23M	1.35	1.45	0	1.45	1.00	1.35	0	1.16	-0.9	1.35	0	0	0
44	44S3-23T	1.35	0	1.45	1.45	1.00	1.35	0	1.16	-0.9	1.35	0	0	0
45	45SSS1--	1	0.2	0	0	0.6	1	0	0.2	0.5	0	1	0.3	1
46	46SSS2--	1	0.2	0	0	0.6	1	0	0.2	0.5	0	1	-0.3	1
47	47SSS3--	1	0.2	0	0	0.6	1	0	0.2	0.5	0	0.3	1	0.3
48	48SSS4--	1	0.2	0	0	0.6	1	0	0.2	0.5	0	0.3	-1	0.3
49	49SSS5--	1	0.2	0	0	0.6	1	0	0.2	-0.5	1	1	0.3	1
50	50SSS6--	1	0.2	0	0	0.6	1	0	0.2	-0.5	1	1	-0.3	1
51	51SSS7--	1	0.2	0	0	0.6	1	0	0.2	-0.5	1	0.3	1	0.3
52	52SSS8--	1	0.2	0	0	0.6	1	0	0.2	-0.5	1	0.3	-1	0.3
53	53R3-11M	1	0.8	0	0.8	0.6	0.6	0	0	0.6	0	0	0	0
54	54R3-11T	1	0	0.8	0.8	0.6	0.6	0	0	0.6	0	0	0	0
55	55R3-12M	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	0.6	0	0	0	0
56	56R3-12T	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	0.6	0	0	0	0
57	57R3-13M	1	0.8	0	0.8	0.6	1	0	0.8	0.6	0	0	0	0
58	58R3-13T	1	0	0.8	0.8	0.6	1	0	0.8	0.6	0	0	0	0
59	59R3-21M	1	0.8	0	0.8	0.6	0.6	0	0	-0.6	1	0	0	0
60	60R3-21T	1	0	0.8	0.8	0.6	0.6	0	0	-0.6	1	0	0	0
61	61R3-22M	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	-0.6	1	0	0	0
62	62R3-22T	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	-0.6	1	0	0	0
63	63R3-23M	1	0.8	0	0.8	0.6	1	0	0.8	-0.6	1	0	0	0
64	64R3-23T	1	0	0.8	0.8	0.6	1	0	0.8	-0.6	1	0	0	0
65	65R1T11M	1	0.8	0	0.8	0.6	0.6	0	0	1	0	0	0	0
66	66R1T11T	1	0	0.8	0.8	0.6	0.6	0	0	1	0	0	0	0
67	67R1T12M	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	1	0	0	0	0
68	68R1T12T	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	1	0	0	0	0
69	69R1T13M	1	0.8	0	0.8	0.6	1	0	0.8	1	0	0	0	0
70	70R1T13T	1	0	0.8	0.8	0.6	1	0	0.8	1	0	0	0	0
71	71R1T21M	1	0.8	0	0.8	0.6	0.6	0	0	-1	1	0	0	0
72	72R1T21T	1	0	0.8	0.8	0.6	0.6	0	0	-1	1	0	0	0
73	73R1T22M	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	-1	1	0	0	0
74	74R1T22T	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	-1	1	0	0	0
75	75R1T23M	1	0.8	0	0.8	0.6	1	0	0.8	-1	1	0	0	0
76	76R1T23T	1	0	0.8	0.8	0.6	1	0	0.8	-1	1	0	0	0

Tabella 10

	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>23 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	23 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	23 di 53								

10 MODELLAZIONE STRUTTURALE

Le analisi sono state condotte mediante l'ausilio del SAP2000, un Codice di calcolo F.E.M. (Finite Element Method) capace di gestire analisi lineari e non lineari ed analisi sismiche con integrazione al passo delle equazioni nel tempo. Dal modello sono state dedotte, per le combinazioni di calcolo statiche e sismiche descritte in precedenza, le sollecitazioni complessive agenti sugli elementi strutturali al fine di procedere con le verifiche di sicurezza previste dalle Normative di riferimento. Dallo stesso modello sono state poi ricavate le sollecitazioni agenti all'intradosso della soletta di fondazione necessarie ai fini delle verifiche geotecniche del sistema terreno-fondazione e delle verifiche strutturali.

Convenzione assi

x = asse trasversale dello scatolare

y = asse longitudinale dello scatolare

z = asse verticale dello scatolare

10.1 MODELLAZIONE ADOTTATA

Il modello di calcolo attraverso il quale viene discretizzata la struttura è quello di telaio chiuso. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione vengono inserite molle alla Winkler.

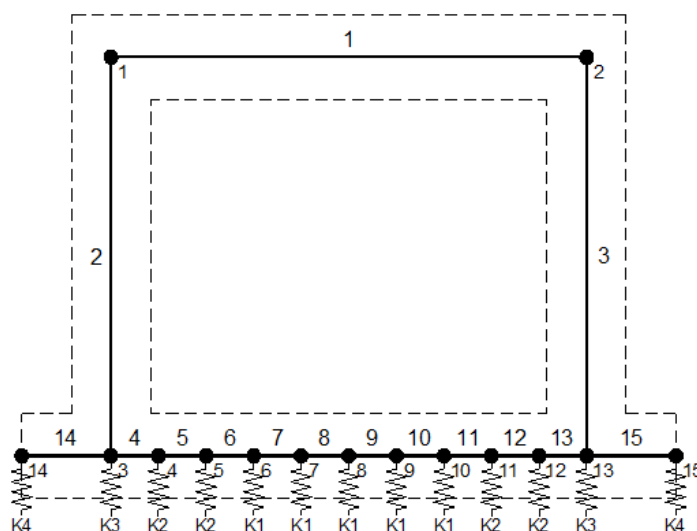


Figura 10

La soletta inferiore viene divisa in elementi per poter schematizzare, tramite molle applicate, l'interazione terreno-struttura.

Il coefficiente di sottofondo alla Winkler viene determinato con la seguente relazione:

$$k_s = \frac{E}{(1-\nu^2) \cdot B \cdot c_s}$$

dove:

E_0 = 20 MPa

modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

E = 4 MPa

modulo elastico del terreno (assunto pari a $E_0/5$)

   	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>24 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	24 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	24 di 53								

- v = 0.3 coefficiente di Poisson
- B = 4 m larghezza della fondazione
- L = 27 m lato maggiore della fondazione
- c_t = 1.87 fattore di forma (Bowles, 1960)
- k_w = 587 KN/m³ coefficiente di sottofondo alla Winkler.

Per le analisi d'interazione struttura-terreno in direzione verticale, il coefficiente di sottofondo alla Winkler può essere determinato con la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1-\nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

E ₀	20	MPa	Modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni
E	4	MPa	modulo elastico del terreno (assunto pari a E ₀ /5)
v	0.3	-	coefficiente di Poisson =0.3;
B	4	m	larghezza della fondazione.
L	27	m	lato maggiore della fondazione
c _t	1.87	-	fattore di forma (Bowles, 1960)
k _w	587	kN/m ³	coefficiente di sottofondo alla Winkler

Fattore di forma per la stima del coefficiente di Winkler

Fondazione Rigida	c _t	c _t
- rettangolare con L/B ≤ 10	c _t = 0.853 + 0.534 ln(L/B)	c _t = 0.853 + 0.534 ln(L/B)
- rettangolare con L/B > 10	c _t = 2 + 0.0089 (L/B)	c _t = 2 + 0.0089 (L/B)

dove L è il lato maggiore della fondazione.

Tabella 11

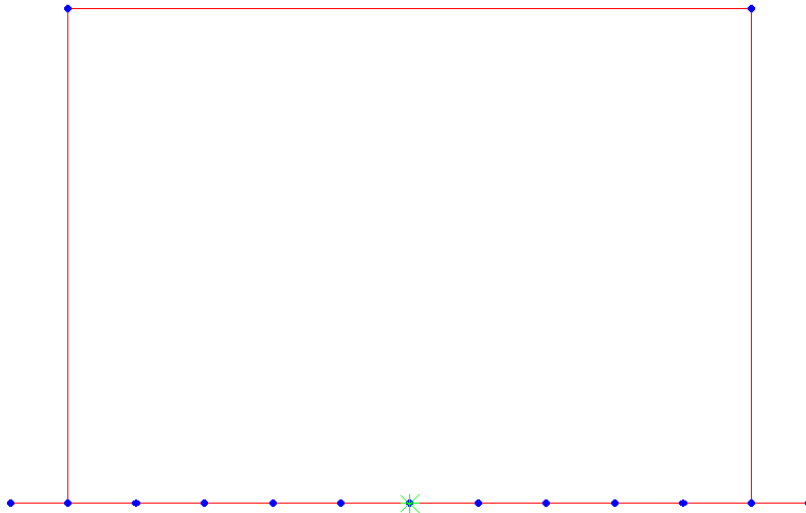


Figura 11 Modellazione EF

TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare
3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	25 di 53

10.2 RISULTATI ANALISI STRUTTURALE

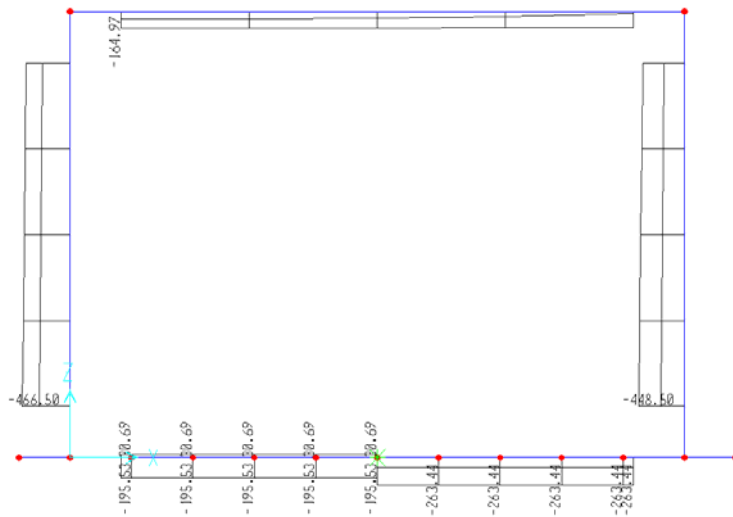


Figura 12 Sforzo assiale INV SLU

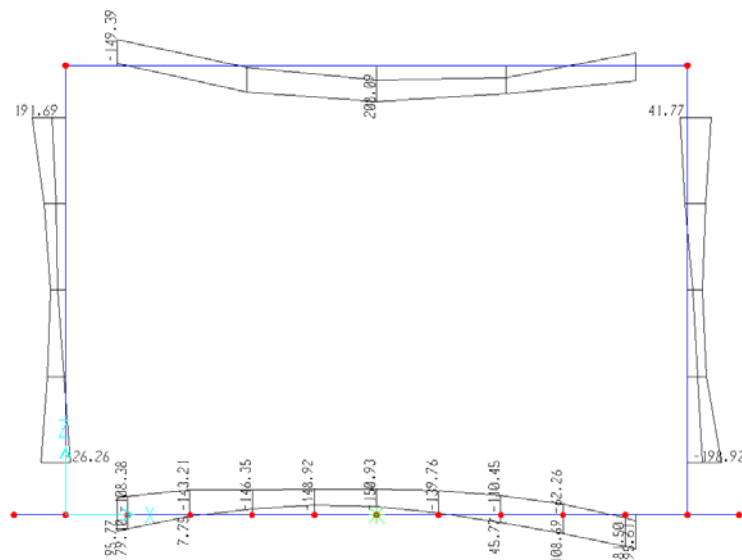
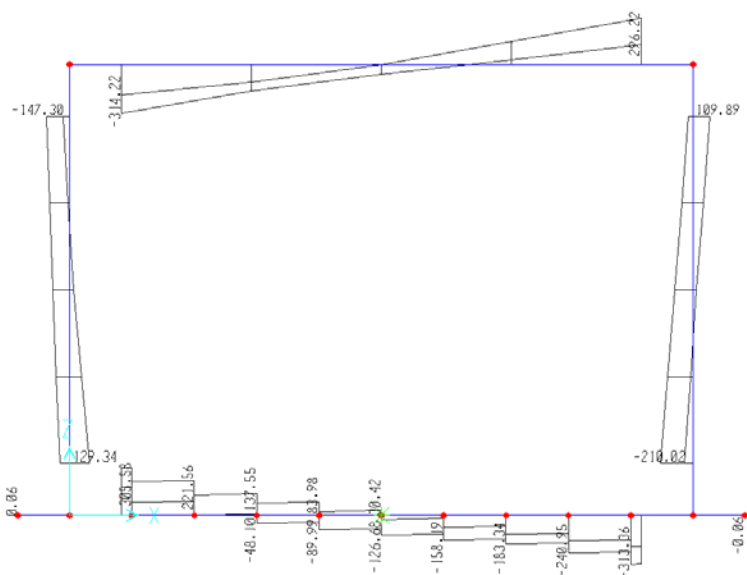
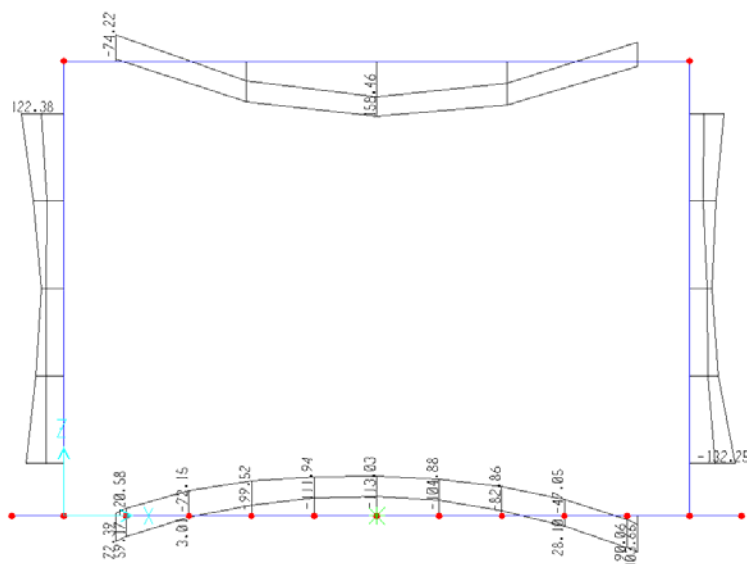


Figura 13 Sollecitazione flessionale INV SLU

TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare
3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	26 di 53


Figura 14 Sollecitazione tagliante INV SLU

Figura 15 Sollecitazione flessionale INV SLE

11 VERIFICHE STR

11.1 VERIFICA SOLETTA DI COPERTURA

La verifica è stata effettuata su una sezione $H=60$ $B=100$, armata simmetricamente in campata con $\phi 14/10$. Il copriferro di calcolo è pari a 6.6 cm. Di seguito le verifiche.

  	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					
	TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0500 001	REV. C

11.1.1 VERIFICA IN CAMPATA

Pressoflessione

Acciaio			
Tensione car. di rottura	f_{tk}	= 540	N/mm ²
Tensione car. di snervamento	f_{yk}	= 450	N/mm ²
Coeff. parziale di sicurezza	γ_s	= 1.15	
Resistenza di calcolo	f_{yd}	= 391	N/mm ²
Modulo elastico	E_s	= 205000	N/mm ²
	ϵ_{yd}	= 0.00191	

Calcestruzzo			
Tipo			
R_{ck}	40		N/mm ²
f_{ck}	33.2		N/mm ²
γ_c	1.5		
f_{cd}	22.1		N/mm ²
f_{cc}	18.8		N/mm ²

Geometria della sezione			
Altezza geometrica della sezione	h	= 60	cm
Base della sezione	b	= 100	cm
Copriferro	d'	= 6.6	cm
Altezza utile della sezione	d	= 53.4	cm

Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
10	14	15.39	cm ²
0	0	0.00	cm ²
		15.39	cm²

Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
10	14	15.39	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		15.39	cm²

Tabella 12

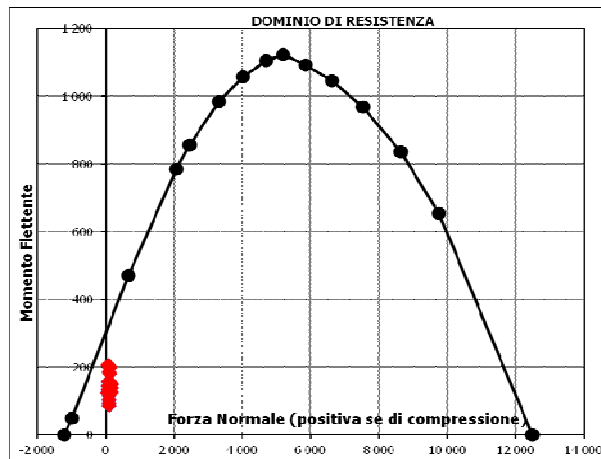


Figura 16 Dominio M-N Soletta superiore

Punto sul cavo	Deformazioni			Assi neutri successivi				Forze interne			Bracci delle forze interne			Momenti delle forze interne			N_{kx} [kN]	M_{kxy} [kNm]	M_{kxz} [kNm]	N_{kz} [kN]
	ϵ_c	ϵ_s	ϵ'_s	x	b	k	x [cm]	F_s [daN]	F'_s [daN]	F_c [daN]	b_s [cm]	b'_s [cm]	b_c [cm]	M_s [daNm]	M'_s [daNm]	M_c [daNm]				
1	0.0000	0.0100	0.0100				0.00	-60237	-60237	0	-23.4	23.4	0.0	14095	-14095	0	-1205	0	-50	10235
2	0.0000	0.0100	0.0012	0.000				-60237	-39003	0	-23.4	23.4	0.0	14095	-9127	0	-992	50	-471	10235
3	0.0020	0.0100	0.0005	0.167	0.653	0.370	8.90	-60237	16311	109304	-23.4	23.4	26.7	14095	3817	29192	654	471	-471	10235
4	0.0035	0.0100	0.0018	0.259	0.800	0.400	13.84	-60237	57796	208257	-23.4	23.4	24.5	14095	13524	50944	2058	786	-786	10235
5a	0.0035	0.0080	0.0021	0.304	0.800	0.400	16.25	-60237	60237	244606	-23.4	23.4	23.5	14095	14095	57480	2446	857	-857	10235
5b	0.0035	0.0050	0.0024	0.412	0.800	0.400	21.99	-60237	60237	330938	-23.4	23.4	21.2	14095	14095	70174	3309	984	-984	10235
5c	0.0035	0.0035	0.0026	0.500	0.800	0.400	26.70	-60237	60237	401853	-23.4	23.4	19.3	14095	14095	77638	4019	1058	-1058	10235
5d	0.0035	0.0025	0.0028	0.583	0.800	0.400	31.15	-60237	60237	468828	-23.4	23.4	17.5	14095	14095	82232	4688	1104	-1104	10235
6a	0.0035	0.0019	0.0028	0.647	0.800	0.400	34.55	-60237	60237	520073	-23.4	23.4	16.2	14095	14095	84138	5201	1123	-1123	10235
6b	0.0035	0.0014	0.0029	0.710	0.800	0.400	37.90	-45177	60237	570397	-23.4	23.4	14.8	10572	14095	84650	5855	1093	-1093	10235
6c	0.0035	0.0010	0.0029	0.786	0.800	0.400	41.96	-30118	60237	631503	-23.4	23.4	13.2	7048	14095	83463	6616	1046	-1046	10235
6d	0.0035	0.0005	0.0030	0.880	0.800	0.400	46.99	-15059	60237	707274	-23.4	23.4	11.2	3524	14095	79235	7525	969	-969	10235
7	0.0035	0.0000	0.0031	1.000	0.800	0.400	53.40	0	60237	803706	-23.4	23.4	8.6	0	14095	69440	8639	835	-835	10235
8	0.0035	0.0004	0.0031		0.800	0.400	60.00	12150	60237	903040	-23.4	23.4	6.0	-2843	14095	54182	9754	654	-654	10235
9	0.0020	0.0020	0.0020					60237	60237	1128800	-23.4	23.4		-14095	14095	0	12493	0	0	10235

Tabella 13

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>28 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	28 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	28 di 53								

Stati limite d'esercizio

Sollecitazioni

Momento flettente	M	158	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	40	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{amm}	12.3	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	3.2	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.2	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{amm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	60	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	15.39	cm ²	10 Ø 14	$C_{s1} = 6.6$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	Ø	$C_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²	0 Ø 0	$C_{t2} = 0$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	15.39	cm ²	10 Ø 14	$C_{t1} = 6.6$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	4.6	N/mm ²	<	σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	206.6	N/mm ²	<	σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	∞	cm	>	H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	13.4	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	6431	cm ²		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	2052871	cm ⁴		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	460313	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	151	kN m	La sezione è fessurata
Momento di fessurazione (f_{ctm})	M_{fess}	216	kN m	
Eccentricità per $M=M_{fess}$	e (M_{fess})	∞	cm	
	u (M_{fess})	∞	cm	
Compressione max nel cls. per $M=M_{fess}$	σ_{cr}	6.2		
Traz. nell'acciaio (1° str.) per $M=M_{fess}$	σ_{sr}	283.3	N/mm ²	
Posizione asse neutro per $M=M_{fess}$	y (M_{fess})	13.2	cm	
	β_1	1		
	β_2	0.5		
Deform. unitaria media dell'arm.	ϵ_{sm}	0.00039		
Copri ferro netto	c'	5.9	cm	
Altezza efficace	d_{eff}	16.4	cm	
Area efficace	AC_{eff}	1640	cm ²	
Armatura nell'area efficace	AS_{eff}	15.4	cm ²	
	pr	0.00939		
Distanza tra le barre	s	10.0	cm	
	K_2	0.4		
	K_3	0.125		
Distanza media tra le fessure	s_{rm}	21.3	cm	
Valore medio dell'ap. delle fessure	w _m	0.08	mm	
Valore caratter. dell'ap. delle fessure	w _k	0.14	mm	

Tabella 14

**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare
3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	29 di 53

11.1.2 VERIFICA IN APPOGGIO

Acciaio

Tensione car. di rottura	f_{tk}	=	540	N/mm ²
Tensione car. di snervamento	f_{yk}	=	450	N/mm ²
Coeff. parziale di sicurezza	γ_s	=	1.15	
Resistenza di calcolo	f_{yd}	=	391	N/mm ²
Modulo elastico	E_s	=	205000	N/mm ²
	ϵ_{yd}	=	0.00191	

Calcestruzzo

Tipo			
R_{ck}	40	N/mm ²	
f_{ck}	33.2	N/mm ²	
γ_c	1.5		
f_{cd}	22.1	N/mm ²	
f_{cc}	18.8	N/mm ²	

Geometria della sezione

Altezza geometrica della sezione	h	=	60	cm
Base della sezione	b	=	100	cm
Copriferro	d'	=	6.6	cm
Altezza utile della sezione	d	=	53.4	cm

Armatura tesa

N° ferri	Diametro	Area	
10	14	15.39	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		15.39	cm²

Armatura compressa

N° ferri	Diametro	Area	
5	14	7.70	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		7.70	cm²

Tabella 15

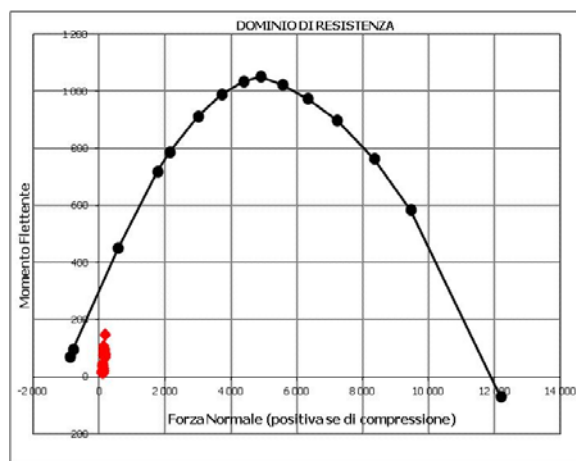


Figura 17 Dominio M-N Soletta superiore in appoggio

Punto sul profilo	Deformazioni			Assi neutri successivi				Forze interne			Bracci delle forze interne			Momenti delle forze interne			N_{te} [kN]	M_{te} [kNm]	M_{ce} [kNm]	N_u [kN]
	ec	es	e's	x	b	k	x [cm]	F_s [daN]	F'_s [daN]	F_c [daN]	bs [cm]	bs' [cm]	bc [cm]	M_s [daNm]	M'_s [daNm]	M_c [daNm]				
1	0.0000	0.0100	0.0100					-60237	-30118	0	-23.4	23.4	0.0	14095	-7048	0	-904	70	-70	9934
2	0.0000	0.0100	0.0012	0.000			0.00	-60237	-19502	0	-23.4	23.4	0.0	14095	-4563	0	-797	95	-95	9934
3	0.0020	0.0100	0.0005	0.167	0.653	0.370	8.90	-60237	8155	109304	-23.4	23.4	26.7	14095	1908	29192	572	452	-452	9934
4	0.0035	0.0100	0.0018	0.259	0.800	0.400	13.84	-60237	28898	208257	-23.4	23.4	24.5	14095	6762	50944	1769	718	-718	9934
5a	0.0035	0.0080	0.0021	0.304	0.800	0.400	16.25	-60237	30118	244606	-23.4	23.4	23.5	14095	7048	57480	2145	786	-786	9934
5b	0.0035	0.0050	0.0024	0.412	0.800	0.400	21.99	-60237	30118	330938	-23.4	23.4	21.2	14095	7048	70174	3008	913	-913	9934
5c	0.0035	0.0035	0.0026	0.500	0.800	0.400	26.70	-60237	30118	401853	-23.4	23.4	19.3	14095	7048	77638	3717	988	-988	9934
5d	0.0035	0.0025	0.0028	0.583	0.800	0.400	31.15	-60237	30118	468828	-23.4	23.4	17.5	14095	7048	82232	4387	1034	-1034	9934
6a	0.0035	0.0019	0.0028	0.647	0.800	0.400	34.55	-60237	30118	520073	-23.4	23.4	16.2	14095	7048	84138	4900	1053	-1053	9934
6b	0.0035	0.0014	0.0029	0.710	0.800	0.400	37.90	-45177	30118	570397	-23.4	23.4	14.8	10572	7048	84650	5553	1023	-1023	9934
6c	0.0035	0.0010	0.0029	0.786	0.800	0.400	41.96	-30118	30118	631503	-23.4	23.4	13.2	7048	7048	83463	6315	976	-976	9934
6d	0.0035	0.0005	0.0030	0.880	0.800	0.400	46.99	-15059	30118	707274	-23.4	23.4	11.2	3524	7048	79235	7223	898	-898	9934
7	0.0035	0.0000	0.0031	1.000	0.800	0.400	53.40	0	30118	803706	-23.4	23.4	8.6	0	7048	69440	8338	765	-765	9934
8	0.0035	0.0004	0.0031		0.800	0.400	60.00	12150	30118	903040	-23.4	23.4	6.0	-2843	7048	54182	9453	584	-584	9934
9	0.0020	0.0020	0.0020					60237	30118	1128800	-23.4	23.4		-14095	7048	0	12192	-70	70	9934

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>30 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	30 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	30 di 53								

Taglio

La verifica è stata condotta considerando un'armatura a taglio $\phi 12/20$ 4 braccia.

Calcestruzzo

Tipo		
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	33.2	N/mm ²
γ_c	1.5	
α_{cc}	0.85	
f_{cd}	18.8	N/mm ²

Acciaio

f_{tk}	540	N/mm ²
f_{yk}	450	N/mm ²
γ_s	1.15	
f_{yd}	391	N/mm ²

Sollecitazioni

V_{Ed}	kN	314
N_{Ed}	kN	0

Soletta sup

Armatura a taglio

Diametro	mm	12
Numero barre		4
A_{sw}	cm ²	4.52
Passo s	cm	20
Angolo α	°	90

Armatura longitudinale

n_1		10
ϕ_1	mm	14
n_2		
ϕ_2	mm	
Asl	cm ²	15.39

Sezione

b_w	cm	100
H	cm	60
c	cm	6.6
d	cm	53.4
k	N/mm ²	1.61
v_{min}	N/mm ²	0.41
ρ		0.0029
σ_{cp}	N/mm ²	0.00
α_c		1.00

Resistenza senza armatura a taglio

V_{Rd}	kN	220
----------	----	-----

Resistenza con armatura a taglio

Inclinazione puntone θ	°	45
V_{RSd}	kN	425
V_{RCd}	kN	2260
V_{Rd}	kN	425

Tabella 16

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>31 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	31 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	31 di 53								

Stati limite d'esercizio

Sollecitazioni

Momento flettente	M	74	kN m
Sforzo normale	N	104	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	40	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{Camm}	12.3	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	3.2	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.2	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{Samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	60	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	7.70	cm ²	5 Ø 14	$C_{s1} = 6.6$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	Ø	$C_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²	Ø	$C_{t2} =$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	15.39	cm ²	10 Ø 14	$C_{t1} = 6.6$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	2.2	N/mm ²	<	σ_{Camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	67.2	N/mm ²	<	σ_{Samm}

Eccentricità	e (M)	71.4	cm	>	H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	41.4	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	17.5	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	6323	cm ²		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	1989653	cm ⁴		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	490241	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	158	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	-----	------	----------------------------

Tabella 17

  	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					
	TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0500 001	REV. C

11.2 VERIFICA PIEDRITTI

La verifica è stata effettuata su una sezione H=60 B=100, armata simmetricamente con $\phi 14/10$. Il copriferro di calcolo è pari a 6.6 cm. Di seguito le verifiche.

11.2.1 VERIFICA ALLO SPICCATO

Pressoflessione

Acciaio			
Tensione car. di rottura	$f_{tk} =$	540	N/mm ²
Tensione car. di snervamento	$f_{yk} =$	450	N/mm ²
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.15	
Resistenza di calcolo	$f_{yd} =$	391	N/mm ²
Modulo elastico	$E_s =$	200000	N/mm ²
	$\epsilon_{yd} =$	0.00196	

Calcestruzzo			
Tipo			
R_{ck}	40	N/mm ²	
f_{ck}	33.2	N/mm ²	
γ_c	1.5		
f_{cd}	22.1	N/mm ²	
f_{cc}	18.8	N/mm ²	

Geometria della sezione			
Altezza geometrica della sezione	$h =$	60	cm
Base della sezione	$b =$	100	cm
Copriferro	$d' =$	6.6	cm
Altezza utile della sezione	$d =$	53.4	cm

Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
10	14	15.39	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		15.39	cm²

Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
10	14	15.39	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		15.39	cm²

Tabella

18

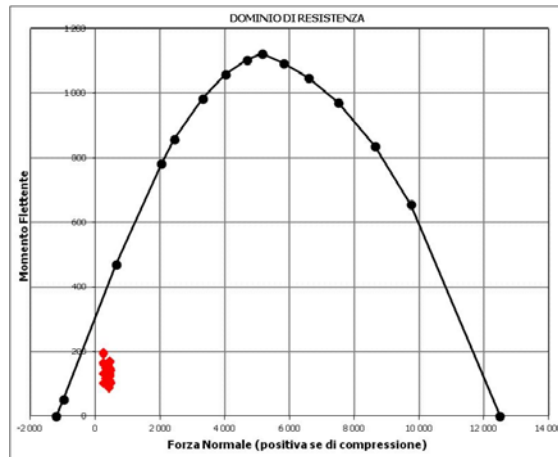


Figura 18 Dominio M-N Piedritto allo spiccato

Punto sul	Deformazioni			Assi neutri successivi			Forze interne			Bracci delle forze interne			Momenti delle forze interne			N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Ed} [kNm]	N_{Ed} [kN]		
	griglia	ec	es	e's	x	b	k	x [cm]	Fs [daN]	F's [daN]	Fc [daN]	bs [cm]	bs' [cm]	bc [cm]	Ms [daNm]					Ms' [daNm]	Mc [daNm]
1		0.0000	0.0100	0.0100					-60237	-60237	0	-23.4	23.4	0.0	14095	-14095	0	-1205	0	0	10235
2		0.0000	0.0100	0.0012	0.000			0.00	-60237	-38052	0	-23.4	23.4	0.0	14095	-8904	0	-983	52	-52	10235
3		0.0020	0.0100	0.0005	0.167	0.653	0.370	8.90	-60237	15913	109304	-23.4	23.4	26.7	14095	3724	29192	650	470	-470	10235
4		0.0035	0.0100	0.0018	0.259	0.800	0.400	13.84	-60237	56386	208257	-23.4	23.4	24.5	14095	13194	50944	2044	782	-782	10235
5a		0.0035	0.0080	0.0021	0.304	0.800	0.400	16.25	-60237	60237	244606	-23.4	23.4	23.5	14095	14095	57480	2446	857	-857	10235
5b		0.0035	0.0050	0.0024	0.412	0.800	0.400	21.99	-60237	60237	330938	-23.4	23.4	21.2	14095	14095	70174	3309	984	-984	10235
5c		0.0035	0.0035	0.0026	0.500	0.800	0.400	26.70	-60237	60237	401853	-23.4	23.4	19.3	14095	14095	77638	4019	1058	-1058	10235
5d		0.0035	0.0025	0.0028	0.583	0.800	0.400	31.15	-60237	60237	468828	-23.4	23.4	17.5	14095	14095	82232	4688	1104	-1104	10235
6a		0.0035	0.0020	0.0028	0.641	0.800	0.400	34.25	-60237	60237	515524	-23.4	23.4	16.3	14095	14095	84025	5155	1122	-1122	10235
6b		0.0035	0.0015	0.0029	0.705	0.800	0.400	37.63	-45177	60237	566287	-23.4	23.4	14.9	10572	14095	84659	5813	1093	-1093	10235
6c		0.0035	0.0010	0.0029	0.782	0.800	0.400	41.73	-30118	60237	628139	-23.4	23.4	13.3	7048	14095	83580	6583	1047	-1047	10235
6d		0.0035	0.0005	0.0030	0.877	0.800	0.400	46.85	-15059	60237	705159	-23.4	23.4	11.3	3524	14095	79394	7503	970	-970	10235
7		0.0035	0.0000	0.0031	1.000	0.800	0.400	53.40	0	60237	803706	-23.4	23.4	8.6	0	14095	69440	8639	835	-835	10235
8		0.0035	0.0004	0.0031				60.00	11853	60237	903040	-23.4	23.4	6.0	-2774	14095	54182	9751	655	-655	10235
9		0.0020	0.0020	0.0020					60237	60237	1128800	-23.4	23.4		-14095	14095	0	12493	0	0	10235

Tabella 19

Stati limite d'esercizio

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>33 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	33 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	33 di 53								

Sollecitazioni

Momento flettente	M	132	kN m
Sforzo normale	N	312	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	40	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{camm}	12.3	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	3.2	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.2	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	60	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	15.39	cm ²	10 Ø 14	$C_{s1} = 6.6$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	Ø	$C_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²	Ø	$C_{t2} =$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	15.39	cm ²	10 Ø 14	$C_{t1} = 6.6$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	3.7	N/mm ²	<	σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	85.9	N/mm ²	<	σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	42.4	cm	>	H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	12.4	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	20.9	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	6431	cm ²		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	2052871	cm ⁴		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id+}	595866	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fress}^*	184	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	---------------	-----	------	----------------------------

Tabella 20

TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare
3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	34 di 53

11.2.2 VERIFICA IN SOMMITÀ

Pressoflessione

Acciaio

Tensione car. di rottura	$f_{tk} = 540$	N/mm ²
Tensione car. di snervamento	$f_{yk} = 450$	N/mm ²
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$	
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 391$	N/mm ²
Modulo elastico	$E_s = 200000$	N/mm ²
	$\epsilon_{yd} = 0.00196$	

Calcestruzzo

Tipo	0	
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	33.2	N/mm ²
γ_c	1.5	
f_{cd}	22.1	N/mm ²
f_{cc}	18.8	N/mm ²

Geometria della sezione

Altezza geometrica della sezione	$h = 60$	cm
Base della sezione	$b = 100$	cm
Copriferro	$d' = 6.6$	cm
Altezza utile della sezione	$d = 53.4$	cm

Armatura tesa

N° ferri	Diametro	Area	
10	14	15.39	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		15.39	cm²

Armatura compressa

N° ferri	Diametro	Area	
10	14	15.39	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		15.39	cm²

Tabella 21

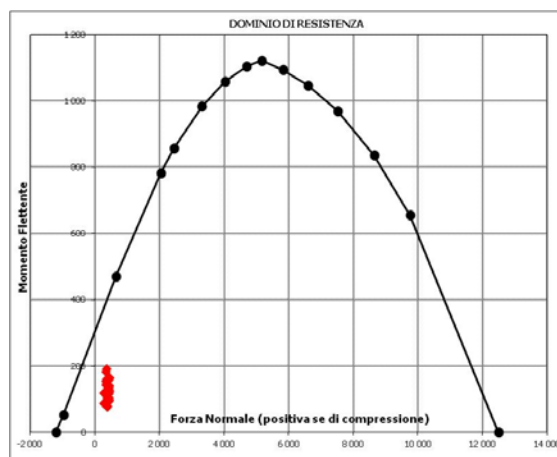


Figura 19 Dominio M-N Piedritto in sommità

Punto sul grafico	Deformazioni			Asse neutri successivi				Forze interne			Bracci delle forze interne			Momenti delle forze interne			N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Ed} [kNm]	N_u [kN]
	ec	es	e's	x	b	k	x [cm]	F_s [daN]	F'_s [daN]	F_c [daN]	b_s [cm]	b'_s [cm]	b_c [cm]	M_s [daNm]	M'_s [daNm]	M_c [daNm]				
1	0.0000	0.0100	0.0100				0.00	-60237	-60237	0	-23.4	23.4	0.0	14095	-14095	0	-1205	0	0	10235
2	0.0000	0.0100	0.0012	0.000			0.00	-60237	-38052	0	-23.4	23.4	0.0	14095	-8904	0	-983	52	-52	10235
3	0.0020	0.0100	0.0005	0.167	0.653	0.370	8.90	-60237	15913	109304	-23.4	23.4	26.7	14095	3724	29192	650	470	-470	10235
4	0.0035	0.0100	0.0018	0.259	0.800	0.400	13.84	-60237	56386	208257	-23.4	23.4	24.5	14095	13194	50944	2044	782	-782	10235
5a	0.0035	0.0080	0.0021	0.304	0.800	0.400	16.25	-60237	60237	244606	-23.4	23.4	23.5	14095	14095	57480	2446	857	-857	10235
5b	0.0035	0.0050	0.0024	0.412	0.800	0.400	21.99	-60237	60237	330938	-23.4	23.4	21.2	14095	14095	70174	3309	984	-984	10235
5c	0.0035	0.0035	0.0026	0.500	0.800	0.400	26.70	-60237	60237	401853	-23.4	23.4	19.3	14095	14095	77638	4019	1058	-1058	10235
5d	0.0035	0.0025	0.0028	0.583	0.800	0.400	31.15	-60237	60237	468828	-23.4	23.4	17.5	14095	14095	82232	4688	1104	-1104	10235
6a	0.0035	0.0020	0.0028	0.641	0.800	0.400	34.25	-60237	60237	515524	-23.4	23.4	16.3	14095	14095	84025	5155	1122	-1122	10235
6b	0.0035	0.0015	0.0029	0.705	0.800	0.400	37.63	-45177	60237	566287	-23.4	23.4	14.9	10572	14095	84659	5813	1093	-1093	10235
6c	0.0035	0.0010	0.0029	0.782	0.800	0.400	41.73	-30118	60237	628139	-23.4	23.4	13.3	7048	14095	83580	6583	1047	-1047	10235
6d	0.0035	0.0005	0.0030	0.877	0.800	0.400	46.85	-15059	60237	705159	-23.4	23.4	11.3	3524	14095	79394	7503	970	-970	10235
7	0.0035	0.0000	0.0031	1.000	0.800	0.400	53.40	0	60237	803706	-23.4	23.4	8.6	0	14095	69440	8639	835	-835	10235
8	0.0035	0.0004	0.0031		0.800	0.400	60.00	11853	60237	903040	-23.4	23.4	6.0	-2774	14095	54182	9751	655	-655	10235
9	0.0020	0.0020	0.0020					60237	60237	1128800	-23.4	23.4		-14095	14095	0	12493	0	0	10235

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>35 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	35 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	35 di 53								

Stati limite d'esercizio

Sollecitazioni

Momento flettente	M	122	kN m
Sforzo normale	N	308	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	40	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{camm}	12.3	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	3.2	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.2	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	60	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armadura compressa (1° strato)	As_1'	15.39	cm ²	10 Ø 14	$c_{s1} = 6.6$ cm
Armadura compressa (2° strato)	As_2'	0.00	cm ²	Ø	$c_{s2} =$ cm
Armadura tesa (2° strato)	As_2	0.00	cm ²	Ø	$c_{t2} =$ cm
Armadura tesa (1° strato)	As_1	15.39	cm ²	10 Ø 14	$c_{t1} = 6.6$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	3.4	N/mm ²	<	σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	74.0	N/mm ²	<	σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	39.8	cm	>	H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	9.8	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	21.7	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	6431	cm ²		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	2052871	cm ⁴		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	625946	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	184	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	-----	------	----------------------------

Tabella 22

  	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					
	TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0500 001	REV. C

Taglio

Dalla verifica a taglio si evince che non è necessaria armatura a taglio.

Calcestruzzo

Tipo		
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	33.2	N/mm ²
γ_c	1.5	
α_{cc}	0.85	
f_{cd}	18.8	N/mm ²

Acciaio

f_{tk}	540	N/mm ²
f_{yk}	450	N/mm ²
γ_s	1.15	
f_{yd}	391	N/mm ²

Sollecitazioni

V_{Ed}	kN	210
N_{Ed}	kN	0

Piedritto

Armatura a taglio

Diametro	mm	0
Numero barre		4
A_{sw}	cm ²	0.00
Passo s	cm	40
Angolo α	°	90

Armatura longitudinale

n_1		10
\varnothing_1	mm	14
n_2		
\varnothing_2	mm	
Asl	cm ²	15.39

Sezione

b_w	cm	100
H	cm	60
c	cm	6.6
d	cm	53.4
k	N/mm ²	1.61
v_{min}	N/mm ²	0.41
ρ		0.0029
σ_{cp}	N/mm ²	0.00
α_c		1.00

Resistenza senza armatura a taglio

V_{Rd}	kN	220
----------	----	-----

Tabella 23

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>37 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	37 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	37 di 53								

11.3 VERIFICA SOLETTA IN FONDAZIONE

La verifica è stata effettuata su una sezione H=60 B=100, armata simmetricamente in campata con $\phi 14/10$. Il copriferro di calcolo è pari a 6.6 cm. Di seguito le verifiche.

11.3.1 VERIFICA IN CAMPATA

Pressoflessione

Acciaio	
Tensione car. di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Tensione car. di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$\epsilon_{yd} = 0.00196$

Calcestruzzo	
Tipo	0
R_{ck}	40 N/mm^2
f_{ck}	33.2 N/mm^2
γ_c	1.5
f_{cd}	22.1 N/mm^2
f_{cc}	18.8 N/mm^2

Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione	$h = 60 \text{ cm}$
Base della sezione	$b = 100 \text{ cm}$
Copriferro	$d' = 6.6 \text{ cm}$
Altezza utile della sezione	$d = 53.4 \text{ cm}$

Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
10	14	15.39 cm^2	
		0.00 cm^2	
		0.00 cm^2	
		15.39 cm^2	

Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
10	14	15.39 cm^2	
		0.00 cm^2	
		0.00 cm^2	
		15.39 cm^2	

Tabella 24

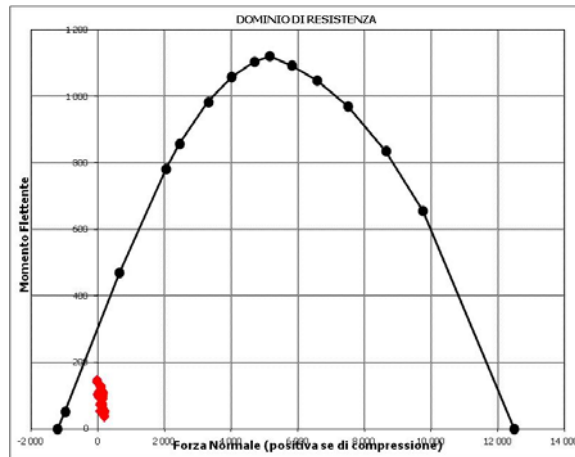


Figura 20 Dominio M-N Soletta di fondazione in mezzera

Punto sul	Deformazioni			Assi neutri successivi				Forze interne			Bracci delle forze interne			Momenti delle forze interne			N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	N_{u} [kN]
	ec	es	e's	x	b	k	x [cm]	Fs [daN]	F's [daN]	Fc [daN]	bs [cm]	bs' [cm]	bc [cm]	Ms [daNm]	Ms' [daNm]	Mc [daNm]				
1	0.0000	0.0100	0.0100					-60237	-60237	0	-23.4	23.4	0.0	14095	-14095	0	-1205	0	0	10235
2	0.0000	0.0100	0.0012	0.000			0.00	-60237	-38052	0	-23.4	23.4	0.0	14095	-8904	0	-983	52	-52	10235
3	0.0020	0.0100	0.0005	0.167	0.653	0.370	8.90	-60237	15913	109304	-23.4	23.4	26.7	14095	3724	29192	650	470	-470	10235
4	0.0035	0.0100	0.0018	0.259	0.800	0.400	13.84	-60237	56386	208257	-23.4	23.4	24.5	14095	13194	50944	2044	782	-782	10235
5a	0.0035	0.0080	0.0021	0.304	0.800	0.400	16.25	-60237	60237	244606	-23.4	23.4	23.5	14095	14095	57480	2446	857	-857	10235
5b	0.0035	0.0050	0.0024	0.412	0.800	0.400	21.99	-60237	60237	330938	-23.4	23.4	21.2	14095	14095	70174	3309	984	-984	10235
5c	0.0035	0.0035	0.0026	0.500	0.800	0.400	26.70	-60237	60237	401853	-23.4	23.4	19.3	14095	14095	77638	4019	1058	-1058	10235
5d	0.0035	0.0025	0.0028	0.583	0.800	0.400	31.15	-60237	60237	468828	-23.4	23.4	17.5	14095	14095	82232	4688	1104	-1104	10235
6a	0.0035	0.0020	0.0028	0.641	0.800	0.400	34.25	-60237	60237	515524	-23.4	23.4	16.3	14095	14095	84025	5155	1122	-1122	10235
6b	0.0035	0.0015	0.0029	0.705	0.800	0.400	37.63	-45177	60237	566287	-23.4	23.4	14.9	10572	14095	84659	5813	1093	-1093	10235
6c	0.0035	0.0010	0.0029	0.782	0.800	0.400	41.73	-30118	60237	628139	-23.4	23.4	13.3	7048	14095	83580	6583	1047	-1047	10235
6d	0.0035	0.0005	0.0030	0.877	0.800	0.400	46.85	-15059	60237	705159	-23.4	23.4	11.3	3524	14095	79394	7503	970	-970	10235
7	0.0035	0.0000	0.0031	1.000	0.800	0.400	53.40	0	60237	803706	-23.4	23.4	8.6	0	14095	69440	8639	835	-835	10235
8	0.0035	0.0004	0.0031		0.800	0.400	60.00	11853	60237	903040	-23.4	23.4	6.0	-2774	14095	54182	9751	655	-655	10235
9	0.0020	0.0020	0.0020					60237	60237	1128800	-23.4	23.4		-14095	14095	0	12493	0	0	10235

  	<p>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</p>												
<p>TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo</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>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>38 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	38 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	38 di 53								

Tabella 25

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>39 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	39 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	39 di 53								

Stato limite d'esercizio

Sollecitazioni

Momento flettente	M	112	kN m
Sforzo normale	N	45	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	40	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{Camm}	12.3	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	3.2	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.2	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{Samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	60	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	15.39	cm ²	10 Ø 14	$C_{s1} = 6.6$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	Ø	$C_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²	Ø	$C_{t2} =$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	15.39	cm ²	10 Ø 14	$C_{t1} = 6.6$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	3.2	N/mm ²	<	σ_{Camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	137.3	N/mm ²	<	σ_{Samm}

Eccentricità	e (M)	248.8	cm	>	H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	218.8	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	13.7	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	6431	cm ²		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	2052871	cm ⁴		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	461472	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	156	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	-----	------	----------------------------

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>40 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	40 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	40 di 53								

11.3.2 VERIFICA IN APPOGGIO

Pressoflessione

Acciaio	
Tensione car. di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Tensione car. di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$\epsilon_{yd} = 0.00196$

Calcestruzzo	
Tipo	
R_{ck}	40 N/mm^2
f_{ck}	33.2 N/mm^2
γ_c	1.5
f_{cd}	22.1 N/mm^2
f_{cc}	18.8 N/mm^2

Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione	$h = 60 \text{ cm}$
Base della sezione	$b = 100 \text{ cm}$
Copriferro	$d' = 6.6 \text{ cm}$
Altezza utile della sezione	$d = 53.4 \text{ cm}$

Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
10	14	15.39 cm^2	
		0.00 cm^2	
		0.00 cm^2	
		15.39 cm^2	

Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
10	14	15.39 cm^2	
		0.00 cm^2	
		0.00 cm^2	
		15.39 cm^2	

Tabella 26

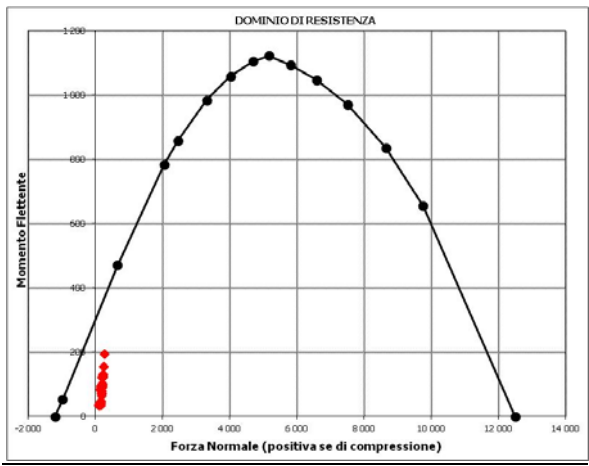


Figura 21 Dominio M-N Soletta di fondazione in appoggio

Punto sul	Deformazioni			Assi neutri successivi				Forze interne			Bracci delle forze interne			Momenti delle forze interne			N_{kx} [kN]	M_{kx} [kNm]	M_{ky} [kNm]	N_{kz} [kN]
	ec	es	e's	x	b	k	x [cm]	F_s [daN]	F'_s [daN]	F_c [daN]	bs [cm]	bs' [cm]	bc [cm]	M_s [daNm]	M'_s [daNm]	M_c [daNm]				
1	0.0000	0.0100	0.0100				0.00	-60237	-60237	0	-23.4	23.4	0.0	14095	-14095	0	-1205	0	0	10235
2	0.0000	0.0100	0.0012				0.00	-60237	-38052	0	-23.4	23.4	0.0	14095	-8904	0	-983	52	-52	10235
3	0.0020	0.0100	0.0005	0.167	0.653	0.370	8.90	-60237	15913	109304	-23.4	23.4	26.7	14095	3724	29192	650	470	-470	10235
4	0.0035	0.0100	0.0018	0.259	0.800	0.400	13.84	-60237	56386	208257	-23.4	23.4	24.5	14095	13194	50944	2044	782	-782	10235
5a	0.0035	0.0080	0.0021	0.304	0.800	0.400	16.25	-60237	60237	244606	-23.4	23.4	23.5	14095	14095	57480	2446	857	-857	10235
5b	0.0035	0.0050	0.0024	0.412	0.800	0.400	21.99	-60237	60237	330938	-23.4	23.4	21.2	14095	14095	70174	3309	984	-984	10235
5c	0.0035	0.0035	0.0026	0.500	0.800	0.400	26.70	-60237	60237	401853	-23.4	23.4	19.3	14095	14095	77638	4019	1058	-1058	10235
5d	0.0035	0.0025	0.0028	0.583	0.800	0.400	31.15	-60237	60237	468828	-23.4	23.4	17.5	14095	14095	82232	4688	1104	-1104	10235
6a	0.0035	0.0020	0.0028	0.641	0.800	0.400	34.25	-60237	60237	515524	-23.4	23.4	16.3	14095	14095	84025	5155	1122	-1122	10235
6b	0.0035	0.0015	0.0029	0.705	0.800	0.400	37.63	-45177	60237	566287	-23.4	23.4	14.9	10572	14095	84659	5813	1093	-1093	10235
6c	0.0035	0.0010	0.0029	0.782	0.800	0.400	41.73	-30118	60237	628139	-23.4	23.4	13.3	7048	14095	83580	6583	1047	-1047	10235
6d	0.0035	0.0005	0.0030	0.877	0.800	0.400	46.85	-15059	60237	705159	-23.4	23.4	11.3	3524	14095	79394	7503	970	-970	10235
7	0.0035	0.0000	0.0031	1.000	0.800	0.400	53.40	0	60237	803706	-23.4	23.4	8.6	0	14095	69440	8639	835	-835	10235
8	0.0035	0.0004	0.0031		0.800	0.400	60.00	11853	60237	903040	-23.4	23.4	6.0	-2774	14095	54182	9751	655	-655	10235
9	0.0020	0.0020	0.0020					60237	60237	1128800	-23.4	23.4		-14095	14095	0	12493	0	0	10235

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>41 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	41 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	41 di 53								

Taglio

La verifica è stata condotta considerando un'armatura a taglio $\phi 12/20$ 4 braccia.

Calcestruzzo

Tipo		
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	33.2	N/mm ²
γ_c	1.5	
α_{cc}	0.85	
f_{cd}	18.8	N/mm ²

Acciaio

f_{tk}	540	N/mm ²
f_{yk}	450	N/mm ²
γ_s	1.15	
f_{yd}	391	N/mm ²

Sollecitazioni

V_{Ed}	kN	313
N_{Ed}	kN	0

Soletta inf

Armatura a taglio

Diametro	mm	12
Numero barre		4
A_{sw}	cm ²	4.52
Passo s	cm	20
Angolo α	°	90

Armatura longitudinale

n_1		10
\varnothing_1	mm	14
n_2		
\varnothing_2	mm	
Asl	cm ²	15.39

Sezione

b_w	cm	100
H	cm	60
c	cm	6.6
d	cm	53.4
k	N/mm ²	1.61
v_{min}	N/mm ²	0.41
ρ		0.0029
σ_{cp}	N/mm ²	0.00
α_c		1.00

Resistenza senza armatura a taglio

V_{Rd}	kN	220
----------	----	-----

Resistenza con armatura a taglio

Inclinazione puntone θ	°	45
V_{RSd}	kN	425
V_{RCd}	kN	2260
V_{Rd}	kN	425

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>42 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	42 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	42 di 53								

Stato limite d'esercizio

Sollecitazioni

Momento flettente	M	104	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	40	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{Camm}	12.3	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	3.2	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.2	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{Samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	60	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	7.70	cm ²	5 Ø 14	$C_{s1} = 6.6$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	Ø	$C_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²	Ø	$C_{t2} =$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	15.39	cm ²	10 Ø 14	$C_{t1} = 6.6$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	3.8	N/mm ²	<	σ_{Camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	108.1	N/mm ²	<	σ_{Samm}

Eccentricità	e (M)	∞	cm	>	H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	18.3	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	6323	cm ²		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	1989653	cm ⁴		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	504720	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	147	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	-----	------	----------------------------

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>43 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	43 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	43 di 53								

11.4 RIEPILOGO VERIFICHE A FESSURAZIONE

Verifiche a fessurazione - Comb. rare
Condizioni ambientali aggressive
Limite ap. fessure = $w_1 = 0.2$ mm

	Arm. tesa		Arm. comp.		M [kNm/m]	N [kN/m]	wk [mm]
	1° strato	2° strato	1° strato	2° strato			
Soletta superiore - Campata	10 Ø14	-	10 Ø14	-	158	0	0.14
Soletta superiore - Appoggio	10 Ø14	-	5 Ø14	-	74	104	-
Piedritto - Spiccato	10 Ø14	-	10 Ø14	-	132	312	-
Piedritto - Sommità	10 Ø14	-	10 Ø14	-	122	308	-
Soletta inferiore - Campata	10 Ø14	-	10 Ø14	-	112	45	-
Soletta inferiore - Appoggio	10 Ø14	-	5 Ø14	-	104	0	-

TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare
3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	44 di 53

12 VERIFICHE GEO

Le verifiche sono state condotte considerando i risultati dell'analisi strutturale condotta con il programma di calcolo SAP. In particolare le molle in fondazione

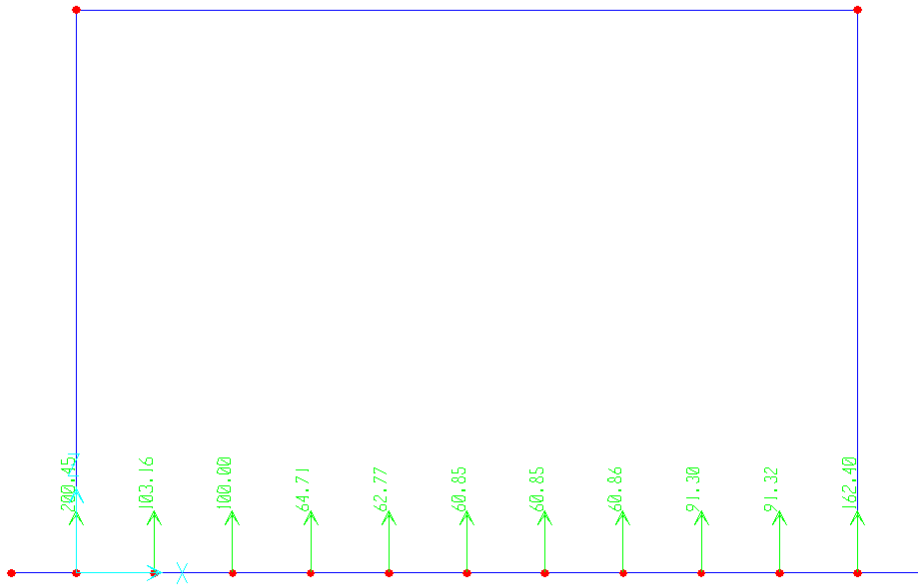


Figura 22

**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare
3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	45 di 53

**Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci**

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

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 $e_L = 0$; $L^* = L$)

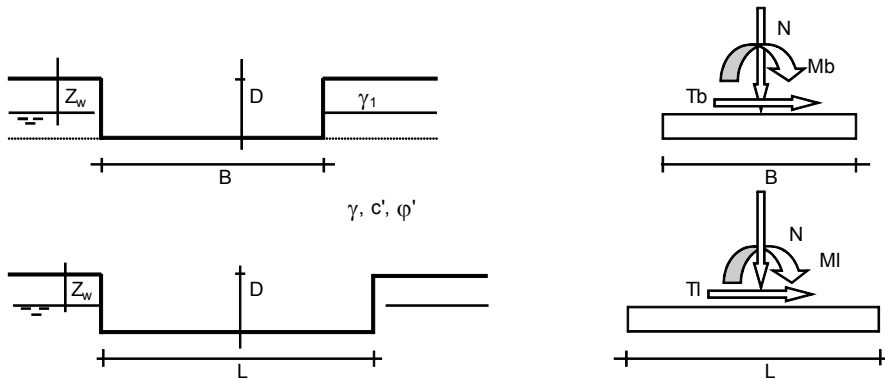
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

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

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

coefficienti parziali

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	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		1.00	1.50	1.25	1.25	2.30	1.10



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 4.00 (m)
L = 100.00 (m)
D = 3.00 (m)

Figura 23

TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare
3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	46 di 53



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1062		1062.00
Mb [kNm]	0		0.00
MI [kNm]	0		0.00
Tb [kN]	0		0.00
Ti [kN]	0		0.00
H [kN]	0	0.00	0.00

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 17.00 \text{ (kN/mc)}$$

$$\gamma = 17.00 \text{ (kN/mc)}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

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

$$\varphi' = 32.00 \text{ (°)}$$

Valori di progetto

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

$$\varphi' = 26.56 \text{ (°)}$$

Profondità della falda

$$Z_w = 15.00 \text{ (m)}$$

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

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

$$B^* = 4.00 \text{ (m)}$$

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

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 51.00 \text{ (kN/mq)}$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 17.00 \text{ (kN/mc)}$$

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

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

$$N_q = 12.59$$

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

$$N_c = 23.18$$

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

$$N_y = 13.58$$

Figura 24

**TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare
3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	47 di 53

s_c, s_q, s_γ : **fattori di forma**

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

$$s_c = 1.00$$

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

$$s_q = 1.00$$

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

$$s_\gamma = 1.00$$

i_c, i_q, i_γ : **fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B / L) / (1 + B / L) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b / T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L / B) / (1 + L / B) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

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

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

$$i_q = 1.00$$

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

$$i_c = 1.00$$

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

$$i_\gamma = 1.00$$

d_c, d_q, d_γ : **fattori di profondità del piano di appoggio**

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

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

$$d_q = 1.38$$

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

$$d_c = 1.41$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

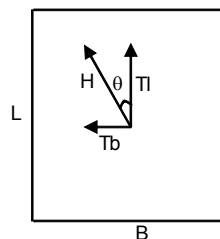


Figura 25

TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare
3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	48 di 53

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

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

$$b_q = 1.00$$

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

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

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

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

$$g_q = 1.00$$

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

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

z_c, z_q, z_γ : coefficiente sismico (Paolucci e Pecker, 1995)

$$z_q = z_\gamma = (1 - kh/\tan\phi)^{0.35}$$

$$z_q = 0.77$$

$$z_c = 1 - 0.32 kh$$

$$z_c = 0.92$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 769.61 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

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

$$q = 265.50 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 334.61 \geq q = 265.50 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Figura 26

	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>49 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	49 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	49 di 53								

13 MURI AD U

13.1 ANALISI DEI CARICHI

13.1.1 PESO PROPRIO

Il peso proprio è stato considerato ponendo il peso per unità di volume del calcestruzzo armato pari a $\gamma_{cis} = 25.00$ kN/m³.

13.1.2 SOVRACCARICO PERMANENTE, SPINTA DEL BALLAST

Nel caso di muri ad U e nel modello di calcolo implementato, non essendovi solettone superiore, tali carichi sono ovunque nulli.

13.1.3 SPINTA DEL TERRENO DEL RILEVATO FERROVIARIO

Si adottano gli stessi valori impiegati per lo scatolare

13.1.4 SPINTA ORIZZONTALE FALDA, SOTTOSPINTA IDRAULICA SU SOLETTA INFERIORE, CARICHI VARIABILI

Assenti.

13.1.5 AZIONI SISMICHE

Valgono gli stessi valori impiegati per lo scatolare precedentemente descritto.

13.2 MODELLO DI CALCOLO

Si schematizza il muro ad U come una mensola incastrata alla base impiegando le formulazioni della scienza delle costruzioni.

Il carico dovuto alla sovrappressione sismica è considerato uniformemente distribuito sull'altezza della sezione, mentre quello dovuto alla spinta orizzontale data dal peso proprio del terreno è considerato distribuito triangolarmente lungo l'altezza.

Si assume nei calcoli una altezza di 3.20 m

13.3 VERIFICHE

Si riportano di seguito le verifiche nelle condizioni più gravose SLV in quanto risultano essere le più gravose per la struttura in esame.

13.3.1 PIEDRITTO - INCASTRO ALLA BASE

Quindi le azioni alla base sono:

$$S \text{ (kN/m)} = 1/2 \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot k_0 = 0.5 \cdot 20 \cdot 3.20^2 \cdot 0.384 = 39.4 \text{ kN/m} \quad \text{spinta del terreno del rilevato ferroviario}$$

$$\Delta S_E \text{ (kN/m)} = S \cdot a_g(g) \cdot \gamma_t \cdot H^2 = 54.4 \text{ kN/m} \quad \text{incremento sismico di spinta}$$

$$M_{MAX} = S \cdot H/3 + \Delta S_E \cdot H/2 = 129.0 \text{ kNm/m}$$

$$V_{MAX} = S + \Delta S_E = 93.7 \text{ kN/m}$$

$$N = \gamma_{cis} \cdot s_p \cdot H = 25 \cdot 0.4 \cdot 3.40 = 32.0 \text{ kN/m}$$

	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>50 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	50 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	50 di 53								

Si impiegano ferri $\phi 14/10$ su entrambi i lati della sezione

Sezione di calcolo 1.00x0.40

Armatura superiore 10 $\phi 14$

Armatura inferiore 10 $\phi 14$

Armatura di ripartizione 5 $\phi 10$

La sezione risulta verificata a flessione

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: piedritto_muro_U

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
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit : Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
Resis. compr. di calcolo fcd : 181.33 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm²

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	40.00
3	50.00	40.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

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

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-45.00	5.70	14

   	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>52 di 53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	52 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	52 di 53								

1 0.00350 -0.00804 -50.0 40.0 -0.00034 -45.0 34.3 -0.01958 -45.0 5.7

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	0.000673021	-0.023420841		

La sezione è verificata a taglio senza ulteriori armature a taglio.

VERIFICA A TAGLIO SENZA SPECIFICA ARMATURA TRASVERSALE A TAGLIO

h [mm]	400	R_{ck} [N/mm ²]	40
d [mm]	343	f_{ck} [N/mm ²]	33.2
b_w [mm]	1000	γ_c	1.5
$1 + (200/d)^{1/2}$	1.764		
k	1.764		
A_{s1} [mm ²]	1539	A_s	10 ϕ 14
$A_{s1}/(b_w \cdot d)$	0.0045		
ρ_1	0.004		
V_{min}	0.472		
$V_{min} \cdot b_w \cdot d$ [kN]	162.01		
V_{Rd} [kN]	178.62	VERIFICATO	
V_{Ed} [kN]	93.7		

  	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												
TOMBINI E PONTICELLI - Tombino scatolare 3mx2m al km 10+157,727: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN0500 001</td> <td>C</td> <td>53 di 53</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	53 di 53
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	IN0500 001	C	53 di 53								

14 INCIDENZA ARMATURA

La struttura scatolare presenta un' incidenza di 115 kg/m^3 per tutti gli elementi strutturali.

Come previsto dall'Eurocodice (UNI EN 1992-1-1) per le piastre a portanza unidirezionale si raccomanda di prevedere un'armatura secondaria in quantità non minore del 20% dell'armatura principale. Pertanto nel calcolo è stata considerata un'armatura longitudinale diffusa $\phi 10/20$ ed un incremento del 15% per tener conto della presenza di legature, spille e sovrapposizioni.