

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

OPERE CIVILI

TOMBINI IDRAULICI

Tipologici tombini idraulici ferroviari e stradali

NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920

Relazione di calcolo

SCALA:

-


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

RS3E 50 D 29 CL NI0000 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	R. Michelangeli	Dicembre 2019	P. Di Nucci	Dicembre 2019	F. Sparacino	Dicembre 2019	F. Arduini Dicembre 2019


Offina degli Impianti Ferroviari
Dipartimento Centro
Dipartimento Edilizia Arduini
Dipartimento Infrastrutture
Dipartimento Roma

ITALFERR S.p.A.
Dipartimento Tecnica
Dipartimento Centro
Dipartimento Edilizia Arduini

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

INDICE

1	PREMESSA.....	5
1.1	SCELTA DEL TIPOLOGICO	6
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
3	MATERIALI.....	9
3.1	CALCESTRUZZO	9
3.2	ACCIAIO B450C.....	10
4	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	13
4.1	TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO.....	13
4.2	INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA.....	13
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	15
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.....	15
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	15
6	SOFTWARE DI CALCOLO	19
6.1	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO ADOTTATI.....	19
6.2	UNITÀ DI MISURA.....	19
6.3	GRADO DI AFFIDABILITÀ DEL CODICE	19
6.4	VALUTAZIONE DELLA CORRETTEZZA DEL MODELLO.....	19
6.5	CARATTERISTICHE DELL'ELABORAZIONE	20
6.6	GIUDIZIO FINALE SULLA ACCETTABILITÀ DEI CALCOLI	20

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

6.7	PROGRAMMI DI SERVIZIO	20
7	TOMBINO STRADALE	21
7.1	GEOMETRIA	21
7.2	MODELLO DI CALCOLO	22
7.3	VALUTAZIONE DELLA RIGIDEZZA DELLE MOLLE	23
7.4	ANALISI DEI CARICHI	24
7.4.1	<i>Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati</i>	24
7.4.2	<i>Spinta sulle pareti dovuta al terreno ed al sovraccarico permanente</i>	25
7.4.3	<i>Ripartizione dei carichi mobili verticali</i>	26
7.4.4	<i>Spinta del sovraccarico sul rilevato $q_1=20$ kN/m</i>	27
7.4.5	<i>Frenatura</i>	29
7.4.6	<i>Variazione termica</i>	29
7.4.7	<i>Ritiro differenziale della soletta di copertura</i>	30
7.5	AZIONE SISMICA INERZIALE	32
7.6	SPINTA SISMICA TERRENO.....	35
8	COMBINAZIONI DI CARICO.....	36
8.1	COMBINAZIONE DEI CARICHI.....	37
9	DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI	47
10	VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.	51
10.1	VERIFICA SOLETTA INFERIORE.....	52
10.2	VERIFICA SOLETTA SUPERIORE	56

10.3	VERIFICA PIEDRITTI.....	61
10.4	TABELLA RIASSUNTIVA ARMATURE.....	66
11	VERIFICA GEOTECNICA	67
11.1	VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI	73

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) del tombino scatolare tipologico, in riferimento alle opere NI03-05-08.

Il tombino si rende necessario per garantire la continuità idraulica del nuovo tracciato stradale.

La sezione trasversale retta ha una larghezza interna di $L_{int} = 3.00$ m ed un'altezza netta di $H_{int} = 2.00$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 0.50$ m, lo spessore dei piedritti è di $S_p = 0.40$ m e lo spessore della soletta di copertura è di $S_s = 0.40$ m.

Nell'immagine seguente si riportano una sezione trasversale dell'opera.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento della struttura è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza richiesti all'opera.

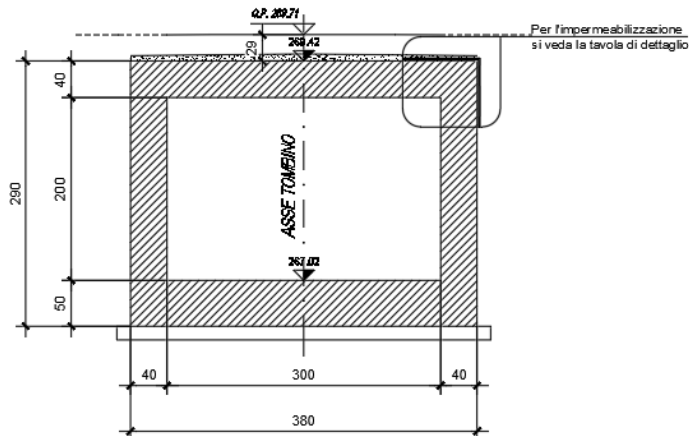


Fig. 1 – Sezione trasversale dell'opera

1.1 Scelta del tipologico

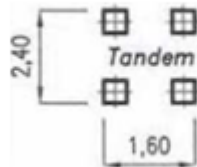
Per la tipologia in esame (tombino stradale 3.00 x2.00m) il ricoprimento varia tra 0.25 e 2.00m; la verifica viene svolta per il tombino con ricoprimento minore. La scelta viene presa valutando preiliminarmente il massimo carico agente sulla soletta superiore:

GEOMETRIE TOMBINO E CARATTERISTICHE RILEVATO STRADALE

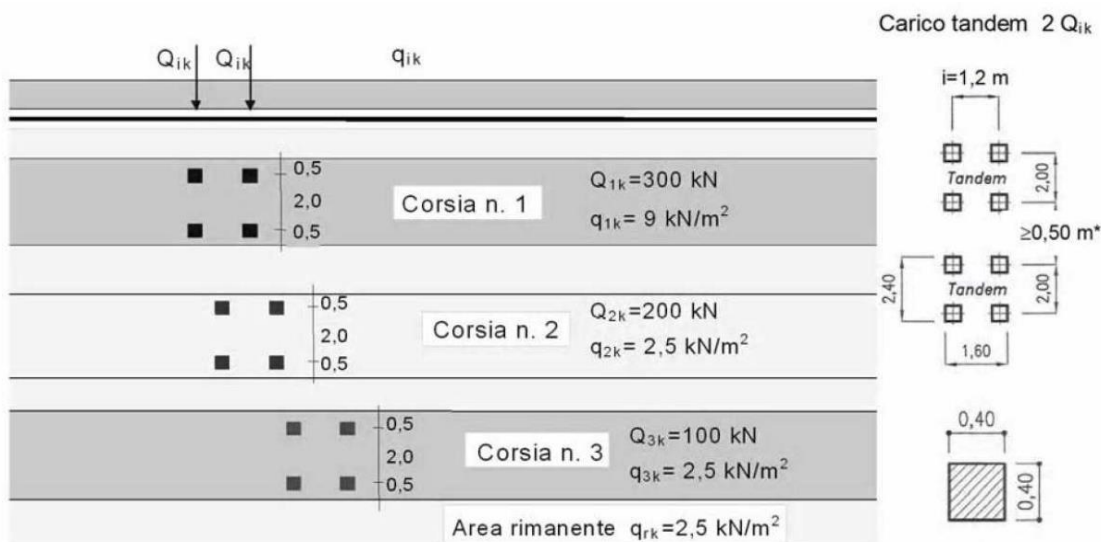
Tipo	3x2	
b =	3.8	m
h =	2.9	m
s =	0.4	m
γ =	19.0	KN/m ³
c' =	0	(coesione terreno rilevato)
φ =	35.0	° (angolo d'attrito terreno rilevato)

Caratteristiche Carico Q1 su piano stradale

Ltr(m) =	2.4
Btr(m) =	1.6
Q1tot (KN) =	600.0
q1tot (KN/m ²) =	156.3

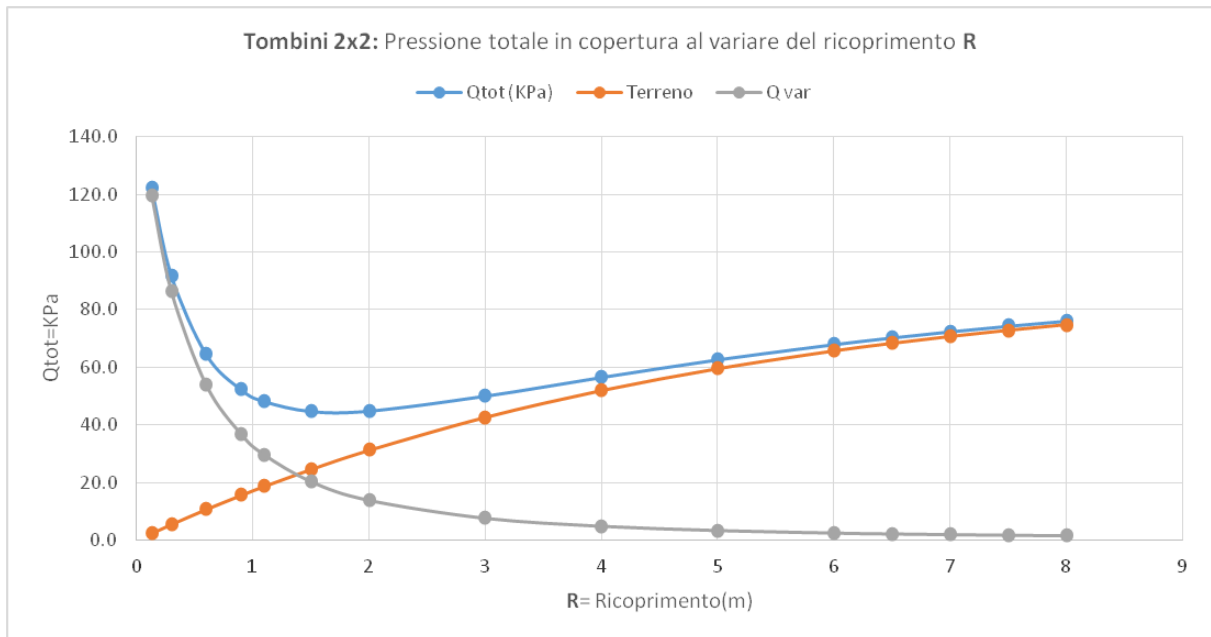
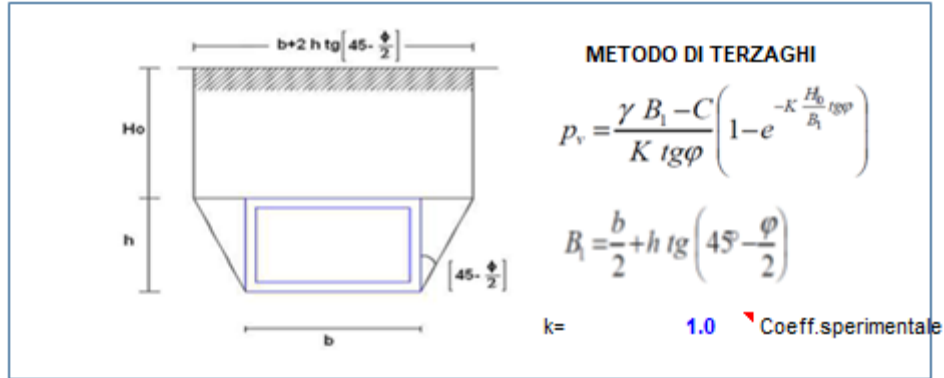


c1: 1.5 coefficiente amplificativo per presenza colonna di carico adiacente




Schema di carico 1 (dimensioni in [m])

*per $w_l \leq 2,90$ m



Come si può notare dal grafico, nell'intervallo $0.25\text{m} < R < 2.00\text{m}$, il carico massimo si ha per il ricoprimento minimo.


 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

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

- Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 14/01/2008;
- Legge 05/01/1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- Legge 02/02/1974 n°64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- C.M. 02/02/2009 n.617: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A del 30/12/2016: Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- RFI DTC SI PS SP IFS 001 A del 30/12/2016: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;
- STI 2014 –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, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

3 MATERIALI

Il calcestruzzo adottato corrisponde alla Classe C32/40, mentre l'acciaio in barre ad aderenza migliorata corrisponde alla classe B450C. Di seguito vengono elencate le specifiche.

3.1 Calcestruzzo

Per le strutture in elevazione si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XA1


C30/37: $f_{ck} \geq 30$ MPa $R_{ck} \geq 37$ MPa

Classe minima di consistenza: S4

Copriferro: 50 mm

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Classe di resistenza: Elevazione	C30/37		
Resistenza a compressione cubica caratteristica	$R_{ck} =$	37	N/mm^2
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	30.71	N/mm^2
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} =$	38.71	N/mm^2
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} =$	2.94	N/mm^2
Resistenza a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	3.53	N/mm^2
Modulo elastico secante medio	$E_{cm} =$	33019	N/mm^2
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%)	$f_{ctk} =$	2.06	N/mm^2
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%)	$f_{ctk} =$	3.82	N/mm^2
<i>Coefficiente di sicurezza SLU:</i>	$\gamma_c =$	1.5	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLU:	$f_{cd} =$	17.4	N/mm^2
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLU:	$f_{ctd} =$	1.37	N/mm^2
<i>Coefficiente di sicurezza SLE:</i>	$\gamma_c =$	1.0	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLE:	$f_{cd} =$	30.7	N/mm^2
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLE:	$f_{ctd} =$	2.06	N/mm^2
Massime tensioni di compressione in esercizio:			
Combinazione rara	$\sigma_{c,ad} =$	18.43	N/mm^2
Combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} =$	13.82	N/mm^2

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

3.2 Acciaio B450C

Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ MPa};$
Tensione di progetto:	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m$
in cui $\gamma_m = 1.15$	$f_{yd} = 450 / 1.15 = 391.3 \text{ MPa};$
Modulo Elastico	$E_s = 210'000 \text{ MPa}.$

3.3 Verifica S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

3.3.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "RFI DTC SI MA IFS 001 B del 2019 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili", ovvero:

Strutture in c.a.


Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0.75 f_{yk}$

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

3.3.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤w ₂	ap. fessure	≤w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤w ₁	ap. fessure	≤w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤w ₁	ap. fessure	≤w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤w ₁
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤w ₁

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4


Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$


Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura del D.M. 14.1.2008, in accordo a quanto previsto al punto " C4.1.2.2.4.6 Verifica allo stato limite di fessurazione" della Circolare n.617/09.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

4.1 Terreno di ricoprimento/rinterro

Per il terreno di ricoprimento dell'opera sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche :

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata

4.2 Interazione terreno-struttura

Per i parametri geologico-geotecnicici si fa riferimento ad:

Unità ba3 – Argille limose (Alluvioni attuali e recenti)

$g = 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 50 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 100 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$N_{spt} = 2 \div 30$	numero di colpi da prova SPT
$V_s = 70 \div 250 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_0 = 10 \div 120 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_0 = 25 \div 320 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale
$k = 10^{-8} \div 10^{-6} \text{ m/s}$	permeabilità

La falda viene posta a 5.0m da p.c

Di seguito sono trattati gli aspetti di natura geotecnica riguardanti l'interazione terreno-struttura relativamente all'opera in esame.

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo (formula di Vesic)

$$k = \frac{0.65 E}{1 - \nu^2} * \sqrt[1.2]{\frac{E b^4}{(E_c J)_{fond}}}$$

dove:

- h = altezza della trave;
- b = dimensione trasversale della trave;
- J = inerzia della trave;
- E_c = modulo di elasticità del calcestruzzo
- ν = coefficiente di Poisson del terreno;
- E = modulo elastico medio del terreno sottostante.

$$E = 22000 \text{ kN/m}^2$$

$$\nu = 0.3$$

$$B = 3.8 \text{ m}$$


$$L = 12.00 \text{ m}$$

$$L/B = 3.16$$

$$c_t = 1.47$$

$$K_w = 4337 \text{ kN/m}^3$$

Cautelativamente si limita, ai fini del calcolo, il valore della costante di sottofondo a circa 4000 kN/m³.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008.

5.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (V_N), 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, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (C_U)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $V_N = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_U = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$


Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo **C**

In accordo a quanto riportato nelle Norme Tecniche per le costruzioni, si ottiene per il sito in esame:

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:

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

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione:



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

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

La pericolosità sismica di base è stata definita sulla base delle coordinate geografiche del sito di realizzazione dell'opera:

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

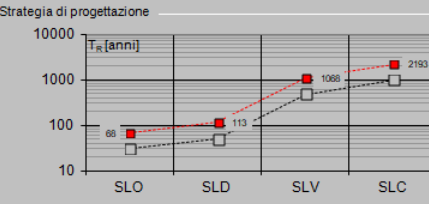
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

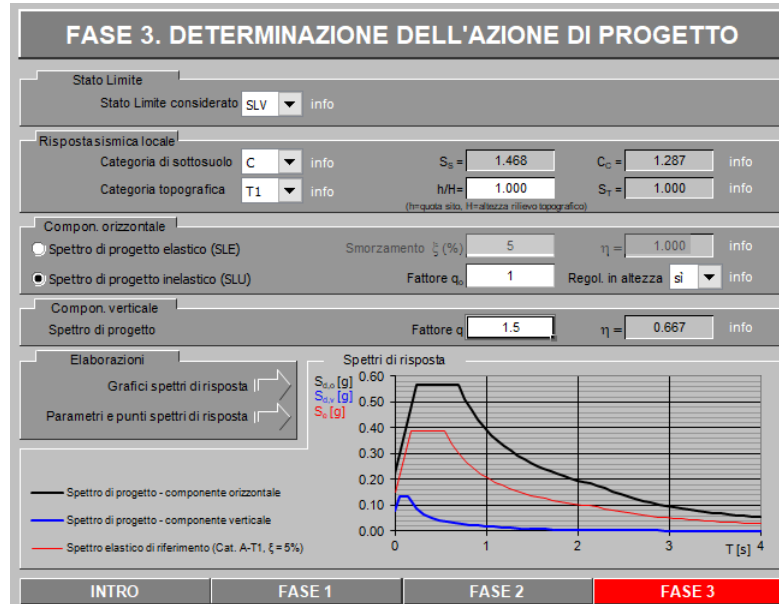
Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO
--- Strategia per costruzioni ordinarie
--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.



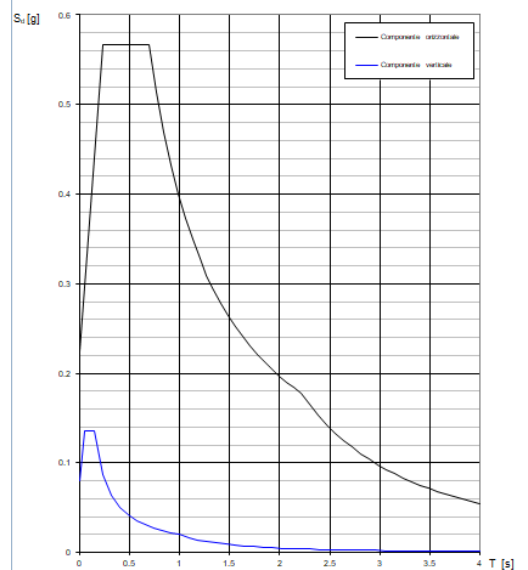
Parametri indipendenti


STATO LIMITE	SLV
a_n	0.153 g
F_n	2.526
T_c^*	0.540 s
S_B	1.468
C_C	1.287
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti


S	1.468
η	1.000
T_B	0.231 s
T_C	0.694 s
T_D	2.212 s

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLV



 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI</p>					
<p>NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo</p>	<p>COMMESSA RS3E</p>	<p>LOTTO 50 D 29</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO NI000 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 18 di 74</p>

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudo statico, si eseguirà un calcolo elastico assumendo un fattore di struttura unitario. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

6 SOFTWARE DI CALCOLO

6.1 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo adottati

Per le analisi delle strutture è stato utilizzato il Sap 2000 v.14.1 prodotto, distribuito ed assistito da Computers and Structures, Inc.1995 University Ave. Berkeley. Questa procedura è sviluppata in ambiente Windows, permette l'analisi elastica lineare e non di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi considerati sono frame (trave), con eventuali svincoli interni o rotazione attorno al proprio asse. I carichi sono applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

Tale programma fornisce in output, oltre a tutte le caratteristiche geometriche e di carico delle strutture, i risultati relativi alle sollecitazioni indotte nelle sezioni degli elementi presenti.

6.2 Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:


- lunghezze: m
- forze: kN
- masse: kN massa
- temperature: gradi centigradi
- angoli: gradi sessadecimali o radianti
- si assume l'uguaglianza $1 \text{ kN} = 100 \text{ kg}$

6.3 Grado di affidabilità del codice

L'affidabilità del codice di calcolo e' garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto. E' possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura.

6.4 Valutazione della correttezza del modello

Il modello di calcolo adottato e' da ritenersi appropriato in quanto non sono state riscontrate labilità, le reazioni vincolari equilibrano i carichi applicati, la simmetria di carichi e struttura dà origine a sollecitazioni simmetriche.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

6.5 Caratteristiche dell'elaborazione

Tutte le analisi strutturali sono state eseguite su di una workstation dedicata avente le seguenti

caratteristiche tecniche:

- Tipo Intel i7
- Memoria centrale 8 Gb;
- Lunghezza in bit della parola 64 bit;
- Memoria di massa 1 Hard disk da 500 Gb.

6.6 Giudizio finale sulla accettabilità dei calcoli

Si ritiene che i risultati ottenuti dalla elaborazione siano accettabili e che le ipotesi poste alla base della formulazione del modello matematico siano valide come dimostrato dal comportamento dei materiali.

All'interno del pacchetto Sap 2000 sono inoltre presente una serie di test per il benchmark del solutore, che consentono di comprovare l'affidabilità del codice di calcolo e paragonare risultati ottenuti con le soluzioni esatte.

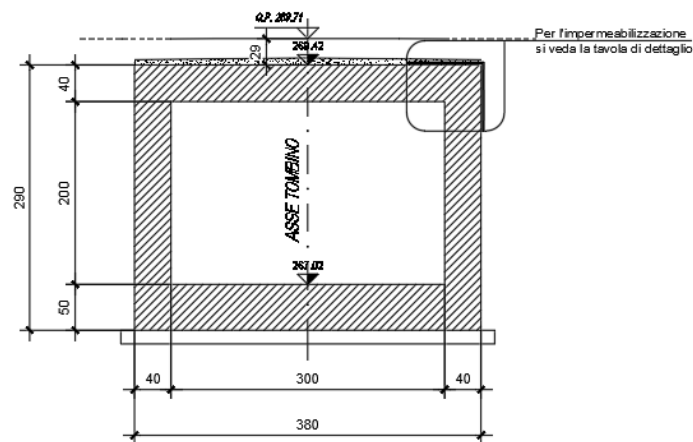
6.7 Programmi di servizio

Per le verifiche delle sezioni si adotta il programma: "RC-SEC" – Autore GEOSTRU Software. ANALISI DEI CARICHI E FASI

7 TOMBINO STRADALE

La dimensione interna è di 3.00m e l'altezza interna pari a 2.00m, con soletta superiore di spessore 0.40m, piedritti di spessore 0.40m e soletta inferiore di spessore 0.50m.

Nel seguito verrà esaminata una striscia di scatolare avente lunghezza di 1.00 m. In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera.



7.1 Geometria

DATI GEOMETRICI			
Grandezza	Simbolo	Valore	U.M.
larghezza totale scatolare	L_{tot}	3.80	m
larghezza utile scatolare	L_{int}	3.00	m
larghezza interasse	L_a	3.40	m
spessore soletta superiore	S_s	0.40	m
spessore piedritti	S_p	0.40	m
spessore fondazione	S_f	0.50	m
altezza totale scatolare	H_{tot}	2.90	m
altezza libera scatolare	H_{int}	2.00	m
spessore pacchetto stradale superiore	$H_{p_{sup}}$	0.13	m
spessore ricoprimento superiore	$H_{R_{sup}}$	0.25	m
spessore pacchetto stradale inferiore	$H_{p_{inf}}$	0.00	m
spessore ricoprimento inferiore	$H_{R_{inf}}$	0.00	m

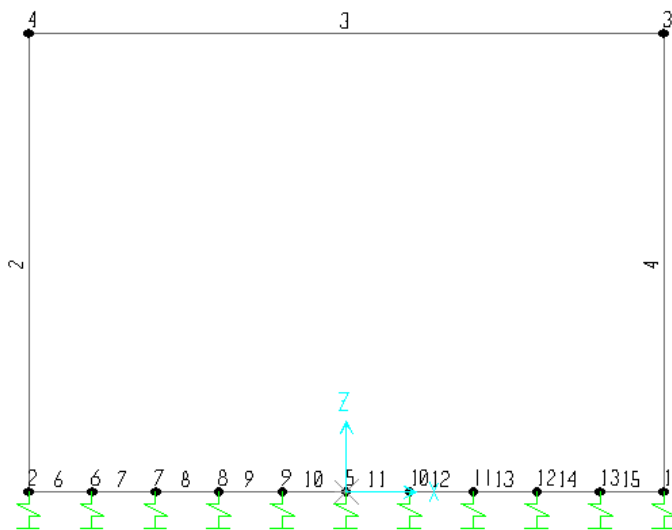
7.2 Modello di calcolo

Il modello di calcolo attraverso il quale è schematizzata la struttura è quello del telaio chiuso su letto di molle alla Winkler.

Il modello considerato per l'analisi è quello di uno scatolare di profondità unitaria (1.00m) soggetto alle azioni da traffico di norma e quelle permanenti. In corrispondenza dei vertici dello scatolare sono state inserite delle zone rigide pari a metà spessore degli elementi.

Il terreno di fondazione è stato modellato utilizzando la schematizzazione alla Winkler con un opportuno coefficiente di sottofondo.

Di seguito si riporta lo schema di calcolo.



Numerazione aste nodi

7.3 Valutazione della rigidità delle molle

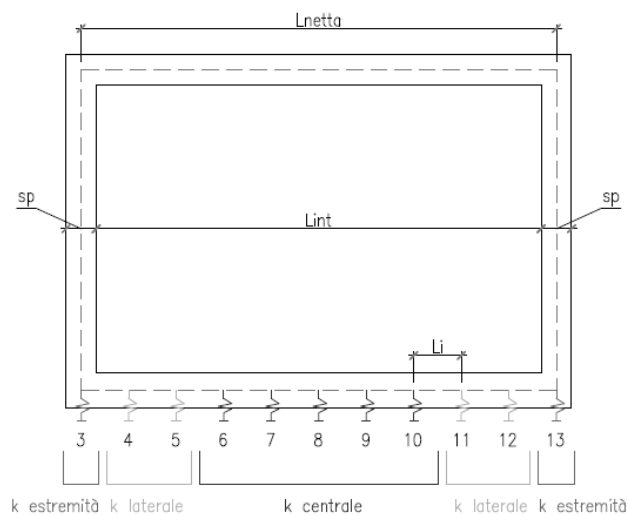
Si considera lo scatolare appoggiato su di un letto di molle (schematizzazione alla Winkler) assegnando alle aste di fondazione del modello un valore di “linear spring” pari a $K= 4000$ kN/mc in funzione dell’interasse delle molle secondo la seguente formulazione:

Interasse molle $i = (S_p/2 + L_{int} + S_p/2)/10$ [m]

Molle centrali $k_1 = k * i$ [kN/m]

Molle intermedie $k_2 = 1.5 * k * i$ [kN/m]

Molle laterali $k_3 = 2 * k * (i/2 + S_p/2)$ [kN/m]



7.4 Analisi dei carichi

7.4.1 Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati

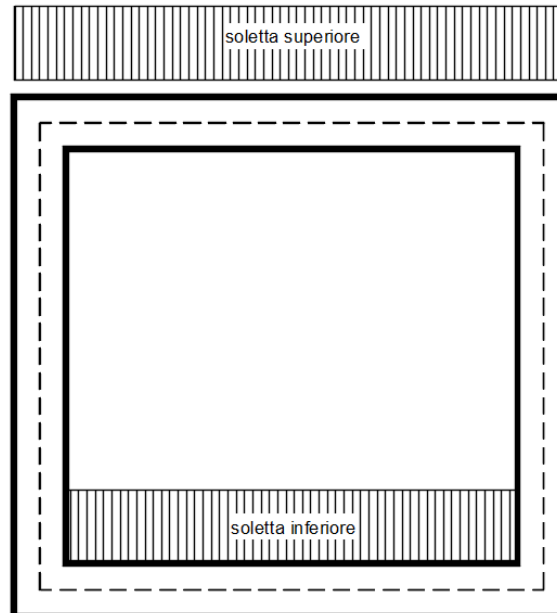
<u>Soletta superiore</u>	- Peso proprio	10.00 kN/m
	- Totale	10.00 kN/m

	- Peso pacchetto pavimentazione 13 cm	3.00 kN/m
	- Peso terreno ricoprimento	5.00 kN/m
	- Totale	8.00 kN/m

<u>Soletta inferiore</u>	- Peso proprio	12.50 kN/m
	- Totale	12.50 kN/m

	- Peso pacchetto pavimentazione 0 cm	0.00 kN/m
	- Peso terreno ricoprimento	0.00 kN/m
	- Totale	0.00 kN/m

<u>Piedritti</u>	- Peso proprio	10.00 kN/m
	- Totale	10.00 kN/m



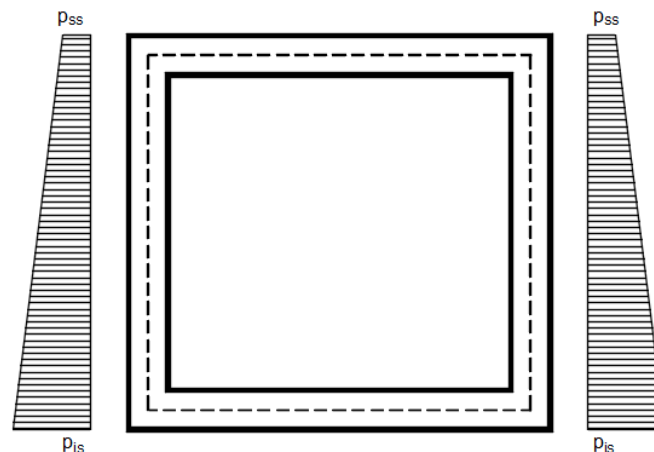
Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra soletta superiore e piedritti con valore pari a 1.60 kN.

7.4.2 Spinta sulle pareti dovuta al terreno ed al sovraccarico permanente

Per il rinterro si prevede un terreno avente angolo di attrito $\varphi = 35^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, il coefficiente di spinta viene calcolato, considerando l'elevata rigidezza dello scatolare, utilizzando la formula $K_0 = 1 - \sin\varphi'$, per cui si ottiene un valore di $K_0 = 0.43$. Le spinte in asse soletta superiore ed asse soletta inferiore valgono:

$$p_{ss} = K_0 * (H_r + H_p + S_s/2) * \gamma = 4.9 \text{ kN/m}$$

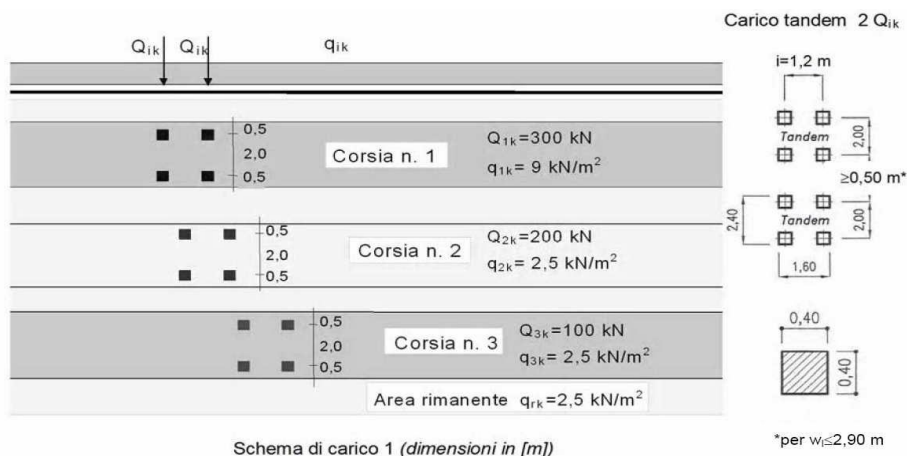
$$p_{is} = p_{ss} + K_0 * \gamma * (S_s/2 + H_{int} + S_f/2) = 25.8 \text{ kN/m}$$



Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto e soletta superiore con valore pari a 0.82 kN ed inferiore con valore pari a 6.73 kN.

7.4.3 Ripartizione dei carichi mobili verticali

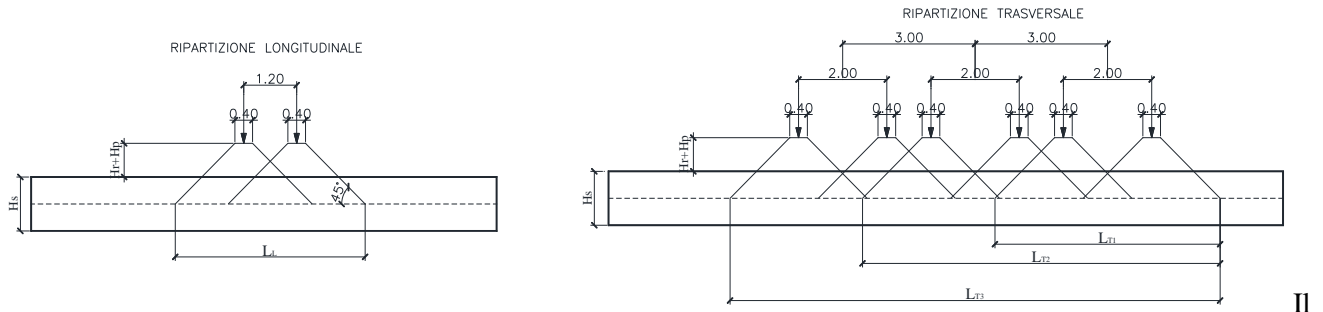
Le azioni variabili del traffico definite nello Schema di Carico 1 sono costituite da carichi concentrati e da carichi uniformemente distribuiti. Tale schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali.



Il numero delle colonne di carichi mobili e la loro disposizione sono quelli massimi compatibili con la larghezza della carreggiata considerata, per i ponti di 1a Categoria.

Posizione	Carico asse Q_{1k} [kN]	q_{1k} [kN/m ²]
Corsia Numero 1	300	9
Corsia Numero 2	200	2,5
Corsia Numero 3	100	2,5
Altre corsie	0,00	2,50

La ripartizione dei carichi si effettua considerando il carico isolato da 150 kN con impronta quadrata di lato 0.4 m.



carico è schematizzato da due assi da 150 kN disposti ad interasse di 1.20m.

Si procede al calcolo dei carichi per metro lineare riferiti al baricentro della soletta per i diversi treni di carico.

Si considera una larghezza di ripartizione trasversale massima pari alla larghezza della corsia di carico di 3.00 m pertanto:

$$q_{1k} = \frac{600}{L_L \times L_{T1}}$$

$L_L =$	2.44 m	$q_{2k} =$	9.0 kN/m ²
$L_{T1} =$	3.24 m	$q_{1k} =$	76.0 kN/m ²
$L_{T2} =$	6.24 m	$q_{1k} =$	65.7 kN/m ²
$L_{T3} =$	9.24 m	$q_{1k} =$	53.3 kN/m ²

Per tenere in conto le carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra soletta superiore e piedritti con valore pari a 15.19 kN per i carichi concentrati e valore pari a 1.80 kN per il carico distribuito.

Il calcolo dello scatolare viene eseguito per una striscia trasversale di 1.00m.


7.4.4 Spinta del sovraccarico sul rilevato $q_1=20 \text{ kN/m}$

Per calcolare la spinta del terreno dovuta al carico da traffico stradale sul rilevato, si considera un carico tandem distribuito sull'intera lunghezza del mezzo autoarticolato (18 m) e sui 3 m di corsia.

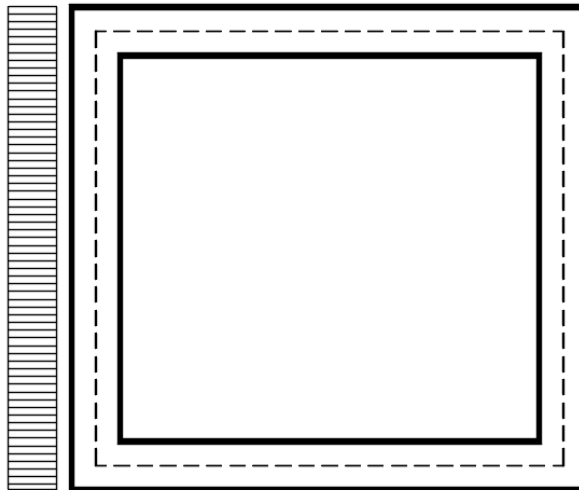
$$q_1 = 150 \text{ kN} \cdot 4 / (18 \text{ m} \cdot 3 \text{ m}) + 9 \text{ kN/m}^2$$

$$q_1 = 20.00 \text{ kN/m}^2$$

$$p_1(\text{str}) = q_1 \cdot K_0 = 8.53 \text{ kN/m}^2$$

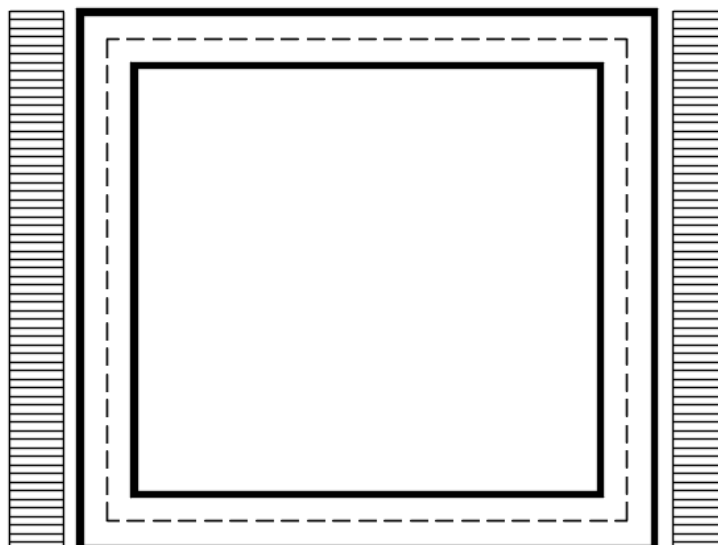
	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A


a) Spinta sul piedritto sinistro



Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto sinistro e soletta superiore con valore pari a 1.71 kN ed inferiore con valore pari a 2.13 kN.

b) Spinta su entrambi i piedritti



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritti e soletta superiore con valore pari a 1.71 kN ed inferiore con valore pari a 2.13 kN.

7.4.5 Frenatura

$$Q_3 = 0.6 \cdot (2Qk1) + 0.1 \cdot q_{ik} \cdot w_1 \cdot L = 370 \text{ kN}$$

$$w_1 = 3.00 \text{ m} \quad (\text{larghezza della corsia})$$

$$L = 3.80 \text{ m} \quad (\text{lunghezza della zona caricata})$$

La forza uniformemente distribuita da applicare sulla soletta vale:

$$q_3 = 8.1 \text{ kN/m}^2$$

Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritti e soletta superiore con valore pari a 1.6 kN.

7.4.6 Variazione termica

Si applica una variazione termica pari a +/- 15°C.

7.4.7 Ritiro differenziale della soletta di copertura

Si considera una variazione termica uniforme equivalente sulla soletta superiore come da calcolo seguente. Il calcolo viene condotto secondo le indicazioni dell'EUROCODICE 2-UNI EN1992-1-1 Novembre 2005 e DM 14-01-2008

ClS a t=0

$$R_{ck} = 37 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza a compressione cubica caratteristica

$$f_{ck} = 30.71 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza a compressione cilindrica caratteristica

$$f_{cm} = 38.71 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza a compressione cilindrica media

$$\alpha = 1.0E-05$$

$$E_{cm} = 33019 \text{ N/mm}^2$$

Modulo elastico secante medio

Tempo e ambiente

$$t_s = 2 \text{ gg}$$

età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento

$$t_0 = 2 \text{ gg}$$

età del calcestruzzo in giorni al momento del carico

$$t = 25550 \text{ gg}$$

età del calcestruzzo in giorni

$$h_0 = 2A_c/u = 800 \text{ mm}$$

dimensione fittizia dell'elemento di cls

$$A_c = 400000 \text{ mm}^2$$

sezione dell'elemento

$$u = 1000 \text{ mm}$$

perimetro a contatto con l'atmosfera

$$RH = 75 \%$$

umidità relativa percentuale

Coefficiente di viscosità $\phi(t, t_0)$ e modulo elastico EC_t a tempo "t"

$$\phi(t, t_0) = \phi_0 \beta_c(t, t_0) = 1.982$$

$$\phi_0 = \phi RH \beta_c(f_{cm}) \beta_c(t_0) = 131.52 \text{ coeff nominale di viscosità}$$

$$\phi_{RH} = 1 + \left[\frac{1 - RH/100}{0.1 \sqrt[3]{h_0}} \alpha_1 \right] \alpha_2 = 1.246 \text{ coeff che tiene conto dell'umidità}$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.7} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.932 \text{ coeff per la resistenza del cls}$$

$$\alpha_2 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.2} & \text{per } f_{cm} > 35\text{MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35\text{MPa} \end{cases} = 0.980 \text{ coeff per la resistenza del cls}$$

$$\beta_c(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2.700 \text{ coeff che tiene conto della resistenza del cls}$$

$$\beta_c(t_0) = \frac{1}{(0.1 + t_0^{0.20})} = 0.649 \text{ coeff per l'evoluzione della viscosità nel tempo}$$

$$t_o = t_0 \left(\frac{9}{2 + t_0^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0.5 = 6.19 \text{ coeff per la variabilità della viscosità nel tempo}$$

$\alpha = 1$ coeff per il tipo di cemento (-1 per classe S, 0 per classe N, 1 per classe R)

$$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3} = 0.984 \text{ coeff per la variabilità della viscosità nel tempo}$$

$$\beta_H = 1.5[1 + (0.012 RH)^{18}] h_0 + 250\alpha_3 \leq 1500\alpha_3 = 1382.5 \text{ coeff che tiene conto dell'umidità relativa}$$

$$\alpha_3 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.5} & \text{per } f_{cm} > 35\text{MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35\text{MPa} \end{cases} = 0.951 \text{ coeff per la resistenza del calcestruzzo}$$

Il modulo elastico a tempo "t" è pari a:

$$E_{cm}(t, t_0) = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_0)} = 11072916 \text{ kN/m}^2$$

Deformazioni di ritiro

$$\varepsilon_s(t, t_0) = \varepsilon_{cd}(t) + \varepsilon_{ca}(t) = 0.000341 \text{ deformazione di ritiro } \varepsilon(t, t_0)$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) K_b \varepsilon_{cd,0} = 0.000289 \text{ deformazione al ritiro per essiccamento}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \left[\frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] = 0.965785$$

$K_h =$ **0.7** *parametro che dipende da h_0 secondo il prospetto seguente*

Valori di k_h

h_0	k_h
100	1,0
200	0,85
300	0,75
≥ 500	0,70

Valori di K_h intermedi a quelli del prospetto vengono calcolati tramite interpolazione lineare

$$\varepsilon_{ca,0} = 0.85 \left[(200 + 100 \alpha_{ds1}) \exp\left(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}\right) \right] 10^{-6} \beta_{RH} = 0.000428 \quad \text{deformazione di base}$$

$$\beta_{RH} = 1.55 \left[1 - \left(\frac{RH}{RHO}\right)^3 \right] = 0.896094$$

$f_{cm0} =$ **10** Mpa

$RH =$ **100** %

$\alpha_{ds1} =$ **6**

$\alpha_{ds2} =$ **0.11**

coeff per il tipo di cemento (3 per classe S, 4 per classe N, 6 per classe R)

coeff per il tipo di cemento (0.13 per classe S, 0.12 per classe N, 0.11 per classe R)

$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \varepsilon_{ca,00} =$ **0.000052** *deformazione dovuta al ritiro autogeno*

$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) =$ **1**

$\varepsilon_{ca00} = 2.5(f_{ck} - 10)10^{-6} =$ **0.000052**

Variatione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{\text{ritiro}} = - \frac{\varepsilon_s(t, t_0) E_{cm}}{(1 + \varphi(t, t_0)) E_{cm} \alpha} =$$
 -11.44 °C

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura


7.5 Azione sismica inerziale

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni: $k_h = a_{\max}/g$

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

$$k_v = \pm 0.5 * k_h$$

Con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 14/01/2008 viene assegnata all'opera una vita nominale $V_N \geq 75$ anni ed una III classe d'uso $C_u = 1.5$; segue un periodo di riferimento $V_R = V_N * C_u = 113$ anni

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari a $a_g = 0.153$ g.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$$

dove assumendo un terreno di tipo C ed in base al fattore di amplificazione del sito F_o si ottiene:

$$S_s = 1.468 \quad \text{Coefficiente di amplificazione stratigrafica}$$

$$S_t = 1 \quad \text{Coefficiente di amplificazione topografica}$$

ne deriva che:

$$a_{max} = 1.468 * 1 * 0.153 \text{ g} = 0.225 \text{ g}$$

$$k_h = a_{max} / g = 0.225$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h = 0.113$$

Sisma orizzontale

$F_{sis} = a_{max} * \gamma * H_{tot}$	=	13.06	kN/m	(carico applicato sulla parete)
$F_{inp} = \alpha * S_p * \gamma * 1m$	=	2.25	kN/m	(inerzia piedritti)
Totale	=	15.31	kN/m	(piederitto sx)
Totale	=	2.25	kN/m	(piederitto dx)
$F_{infr} = \alpha * (H_p + H_r) * \gamma_r * 1m$	=	1.71	kN/m	(inerzia pavimentazione e riempimento)
$F_{ins} = \alpha * S_s * \gamma_{cls} * 1m$	=	1.80	kN/m	(inerzia soletta superiore)
$F_q = \alpha * q * 1m * 0.2$	=	3.83	kN/m	(inerzia veicoli)
Totale	=	7.34	kN/m	(soletta superiore)

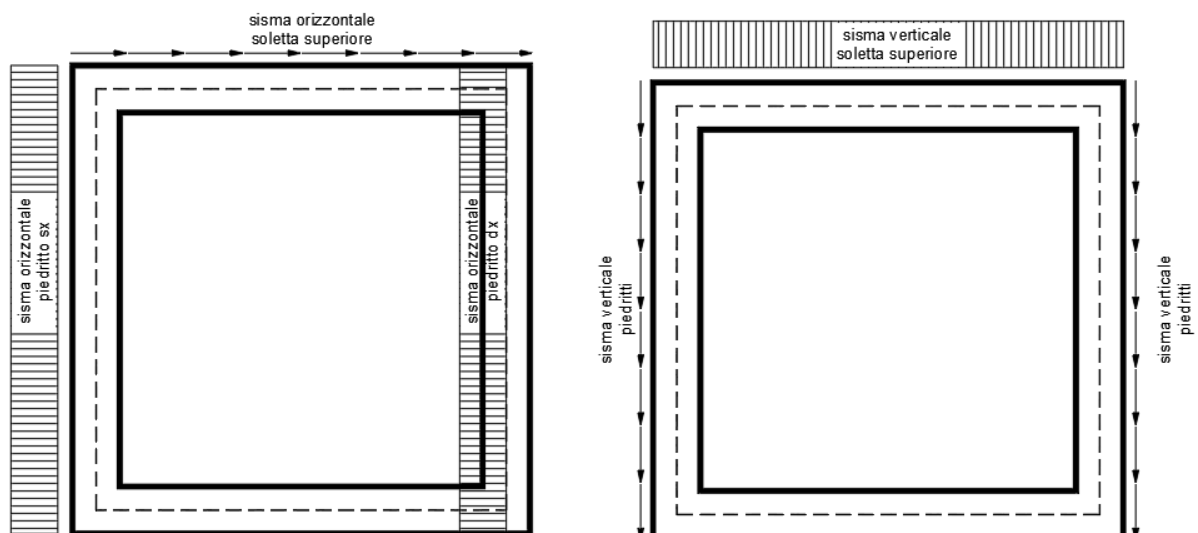
Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto sinistro e soletta superiore con valore pari a 3.06 kN ed inferiore con valore pari a 3.83 kN. Si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto destro e soletta superiore con valore pari a 0.45 kN ed inferiore con valore pari a 0.56 kN.


Sisma verticale

$$\begin{aligned}
 F_{inp} &= 0.5 * \alpha * S_p * \gamma * 1m &= & 1.13 \text{ kN/m} & \text{(inerzia piedritti)} \\
 F_q &= 0.5 * \alpha * q * 1m * 0.2 &= & 1.72 \text{ kN/m} & \text{(inerzia veicoli)} \\
 F_{inf} &= 0.5 * \alpha * (H_p + H_r) * \gamma_r * 1m &= & 1.19 \text{ kN/m} & \text{(inerzia pavimentazione e riempimento)} \\
 F_{ins} &= 0.5 * \alpha * S_s * \gamma_{cls} * 1m &= & 0.90 \text{ kN/m} & \text{(inerzia soletta superiore)} \\
 \text{Totale} &= &= & \mathbf{3.81 \text{ kN/m}} & \text{(soletta superiore)}
 \end{aligned}$$

Per tenere in conto le carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra soletta superiore e piedritti con valore pari a 0.73 kN.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali: $G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}$




 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

7.6 Spinta sismica terreno

Le spinte delle terre potranno essere determinate secondo la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinato con la seguente espressione:

$$\Delta S_E = (a_{\max}/g) * \gamma * H_{\text{tot}}^2$$

Tale risultante applicata ad un'altezza pari ad $H_{\text{tot}}/2$.sarà considerata agente su uno solo dei piedritti dell'opera.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

8 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

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

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

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

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

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

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

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


dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si è fatto riferimento alla combinazione A1 STR (Approccio 1 – Combinazione 1) per le verifiche strutturali ed A1 GEO (Approccio 1 – Combinazione 2) per le verifiche geotecniche.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

8.1 Combinazione dei carichi

Le condizioni di carico elementari sono le seguenti

- 1 Peso proprio elementi strutturali e non strutturali (g_1)
- 2 Carichi permanenti portati (g_2)
- 3 Spinta delle terre calcolata con i coefficienti $A1+M1$ ($g_{3\text{ str}}$)
- 4 Ritiro e viscosità (ϵ_2)
- 5 Variazioni termiche (ϵ_3)
- 6 Gruppo di carico con valore caratteristico del carico tandem per M_{\max} (GR-T)
- 7 Gruppo di carico con valore caratteristico del carico uniforme (GR-U)
- 8 Gruppo di carico con valore caratteristico del carico tandem per T_{\max} (GR-T)
- 10 Gruppo di carico 2a con frenatura (GR-Fr)
- 11 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale 20kN/m su parete sx calcolato con i coefficienti $A1+M1$ ($q_{9\text{ str}}$)
- 12 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale 20kN/m su parete sx calcolato con i coefficienti $A2+M2$ ($q_{9\text{ geo}}$)
- 13 Spinta delle terre calcolata con i coefficienti $A2+M2$ ($g_{3\text{ geo}}$)
- 14 Sisma orizzontale (q_{6x})
- 15 Sisma verticale (q_{6z})

Non tutte le condizioni precedenti sono attive per l'opera in esame.

L'opera principale è trattata con le combinazioni tipiche dei ponti ai sensi del DM 14/01/2008 e s.m.i.


 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Carichi sulla carreggiata							Carichi su marciapiedi e piste ciclabili
Carichi verticali				Carichi orizzontali		Carichi verticali	
Gruppo di azioni	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura q ₃	Forza centrifuga q ₄	Carico uniformemente distribuito	
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5 kN/m ²	
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico			
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico		
3 ^(*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²	
4 ^(**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²	
5 ^(***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale					

^(*) Ponti di 3^a categoria
^(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
^(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

La Tab. 5.1.V fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi, il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} per le diverse categorie di azioni sono riportati nella Tab. 5.1.VI.


 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	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⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
<i>Coazione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_Y	1,0	1,0

NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50 D 29	CL	NI000 002	A	41 di 74

SLU (fondamentale) D.M. 14.01.2008	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	G ₁	G ₂	G _{3(GH)}	# ₂	# ₃	GR-T Mmax	GR-U	GR-T Tmax	Q ⁹ (STR10)	GR-Ft	Q ⁹ (STR)	Q ⁹ (GEO)	G ₃ (GEO)	Q6(α)	Q6(ε)
SLU (fondamentale)-SLU1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU2	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU3	1	1	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU4	1.35	1.35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU5	1	1	1	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU6	1.35	1.35	1.35	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU7	1	1	1.35	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU8	1.35	1.35	1	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU9	1	1	1	0	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU10	1.35	1.35	1.35	0	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU11	1	1	1.35	0	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU12	1.35	1.35	1	0	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU13	1	1	1	0	-0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU14	1.35	1.35	1.35	0	-0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU15	1	1	1.35	0	-0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU16	1.35	1.35	1	0	-0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU17	1	1	1	1.2	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU18	1.35	1.35	1.35	1.2	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU19	1	1	1.35	1.2	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU20	1.35	1.35	1	1.2	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU21	1	1	1	1.2	-0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU22	1.35	1.35	1.35	1.2	-0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU23	1	1	1.35	1.2	-0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU24	1.35	1.35	1	1.2	-0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU25	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU26	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU27	1	1	1.35	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU28	1.35	1.35	1	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU29	1	1	1	1.2	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU30	1.35	1.35	1.35	1.2	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU31	1	1	1.35	1.2	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU32	1.35	1.35	1	1.2	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU33	1	1	1	0	0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU34	1.35	1.35	1.35	0	0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU35	1	1	1.35	0	0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU36	1.35	1.35	1	0	0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU37	1	1	1	0	-0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU38	1.35	1.35	1.35	0	-0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU39	1	1	1.35	0	-0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU40	1.35	1.35	1	0	-0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU41	1	1	1	1.2	0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU42	1.35	1.35	1.35	1.2	0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU43	1	1	1.35	1.2	0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU44	1.35	1.35	1	1.2	0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU45	1	1	1	1.2	-0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU46	1.35	1.35	1.35	1.2	-0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU47	1	1	1.35	1.2	-0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU48	1.35	1.35	1	1.2	-0.72	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU49	1	1	1	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU50	1.35	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU51	1	1	1.35	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU52	1.35	1.35	1	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU53	1	1	1	1.2	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU54	1.35	1.35	1.35	1.2	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU55	1	1	1.35	1.2	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU56	1.35	1.35	1	1.2	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU57	1	1	1	0	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU58	1.35	1.35	1.35	0	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU59	1	1	1.35	0	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU60	1.35	1.35	1	0	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU61	1	1	1	0	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU62	1.35	1.35	1.35	0	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU63	1	1	1.35	0	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU64	1.35	1.35	1	0	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU65	1	1	1	1.2	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU66	1.35	1.35	1.35	1.2	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU67	1	1	1.35	1.2	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU68	1.35	1.35	1	1.2	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU69	1	1	1	1.2	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU70	1.35	1.35	1.35	1.2	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU71	1	1	1.35	1.2	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU72	1.35	1.35	1	1.2	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU73	1	1	1	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU74	1.35	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU75	1	1	1.35	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU76	1.35	1.35	1	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU77	1	1	1	1.2	0	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU78	1.35	1.35	1.35	1.2	0	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU79	1	1	1.35	1.2	0	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU80	1.35	1.35	1	1.2	0	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU81	1	1	1	0	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU82	1.35	1.35	1.35	0	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU83	1	1	1.35	0	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU84	1.35	1.35	1	0	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU85	1	1	1	0	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU86	1.35	1.35	1.35	0	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU87	1	1	1.35	0	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU88	1.35	1.35	1	0	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU89	1	1	1	1.2	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU90	1.35	1.35	1.35	1.2	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU91	1	1	1.35	1.2	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU92	1.35	1.35	1	1.2	0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU93	1	1	1	1.2	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU94	1.35	1.35	1.35	1.2	-0.72	1.35	1.35	0	0	0	0.675*	0	0	0	0

SLU (fondamentale)-SLU111	1	1	1.35	0	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU112	1.35	1.35	1	0	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU113	1	1	1	1.2	0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU114	1.35	1.35	1.35	1.2	0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU115	1	1	1.35	1.2	0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU116	1.35	1.35	1	1.2	0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU117	1	1	1	1.2	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU118	1.35	1.35	1.35	1.2	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU119	1	1	1.35	1.2	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU120	1.35	1.35	1	1.2	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU121	1	1	1	0	0	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU122	1.35	1.35	1.35	0	0	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU123	1	1	1.35	0	0	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU124	1.35	1.35	1	0	0	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU125	1	1	1	1.2	0	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU126	1.35	1.35	1.35	1.2	0	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU127	1	1	1.35	1.2	0	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU128	1.35	1.35	1	1.2	0	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU129	1	1	1	0.72	1'013	0.54	0	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU130	1.35	1.35	1.35	0	0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU131	1	1	1.35	0	0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU132	1.35	1.35	1	0	0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU133	1	1	1	0	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU134	1.35	1.35	1.35	0	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU135	1	1	1.35	0	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU136	1.35	1.35	1	0	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU137	1	1	1	1.2	0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU138	1.35	1.35	1.35	1.2	0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU139	1	1	1.35	1.2	0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU140	1.35	1.35	1	1.2	0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU141	1	1	1	1.2	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU142	1.35	1.35	1.35	1.2	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU143	1	1	1.35	1.2	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU144	1.35	1.35	1	1.2	-0.72	1'013	0.54	0	0	1.35	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU145	1	1	1	0	0	1.35	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU146	1.35	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU147	1	1	1.35	0	0	1.35	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU148	1.35	1.35	1	0	0	1.35	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU149	1	1	1	1.2	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU150	1.35	1.35	1.35	1.2	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU151	1	1	1.35	1.2	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU152	1.35	1.35	1	1.2	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU153	1	1	1	0	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU154	1.35	1.35	1.35	0	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU155	1	1	1.35	0	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU156	1.35	1.35	1	0	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU157	1	1	1	0	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU158	1.35	1.35	1.35	0	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU159	1	1	1.35	0	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU160	1.35	1.35	1	0	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU161	1	1	1	1.2	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU162	1.35	1.35	1.35	1.2	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU163	1	1	1.35	1.2	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU164	1.35	1.35	1	1.2	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU165	1	1	1	1.2	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU166	1.35	1.35	1.35	1.2	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU167	1	1	1.35	1.2	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU168	1.35	1.35	1	1.2	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU169	1	1	1	0	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU170	1.35	1.35	1.35	0	0	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU171	1	1	1.35	0	0	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU172	1.35	1.35	1	0	0	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU173	1	1	1	1.2	0	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU174	1.35	1.35	1.35	1.2	0	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU175	1	1	1.35	1.2	0	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU176	1.35	1.35	1	1.2	0	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU177	1	1	1	0.72	0	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU178	1.35	1.35	1.35	0	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU179	1	1	1.35	0	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU180	1.35	1.35	1	0	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU181	1	1	1	0	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU182	1.35	1.35	1.35	0	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU183	1	1	1.35	0	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU184	1.35	1.35	1	0	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU185	1	1	1	1.2	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU186	1.35	1.35	1.35	1.2	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU187	1	1	1.35	1.2	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU188	1.35	1.35	1	1.2	0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU189	1	1	1	1.2	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU190	1.35	1.35	1.35	1.2	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU191	1	1	1.35	1.2	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU192	1.35	1.35	1	1.2	-0.72	0	1.35	1.35	0	0	0.675*	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU193	1	1	1	0	0	0	0.54	1'013	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU194	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0.54	1'013	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU195	1	1	1.35	0	0	0	0.54	1'013	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU196	1.35	1.35	1	0	0	0	0.54	1'013	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU197	1	1	1	1.2	0	0	0.54	1'013	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU198	1.35	1.35	1.35	1.2	0	0	0.54	1'013	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU199	1	1	1.35	1.2	0	0	0.54	1'013	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU200	1.35	1.35	1	1.2	0	0	0.54	1'013	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU201	1	1	1	0	0.72	0	0.54	1'013	0	1.35	0	0	0	0	0
SLU (fondamentale)-SLU202	1.35	1.35	1.35	0	0.72	0	0.54	1'013	0	1.35	0	0	0		

NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50 D 29	CL	NI000 002	A	44 di 74

SLE (rara) D.M. 14.01.2008	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	G ₁	G ₂	G _{3(STR)}	ε ₂	ε ₃	GR1-T Mmax	GR1-U	GR-T Tmax	Q _{9(STR10)}	GR-Fr	Q _{9(STR)}	Q _{9(GEO)}	G _{3(GEO)}	Q6(x)	Q6(z)
SLE (rara)-SLEr1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr2	1	1	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr3	1	1	1	1	-0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr4	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr5	1	1	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr6	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr7	1	1	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr8	1	1	1	1	-0.6	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr9	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr10	1	1	1	0	-1	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr11	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr12	1	1	1	0	0.6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr13	1	1	1	0	-0.6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr14	1	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr15	1	1	1	0.6	0.6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr16	1	1	1	0.6	-0.6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr17	1	1	1	1	0	0.75	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr18	1	1	1	1	0.6	0.75	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr19	1	1	1	1	-0.6	0.75	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr20	1	1	1	0	1	0.75	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr21	1	1	1	0	-1	0.75	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr22	1	1	1	1	0	0.75	0.4	0	0	0	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr23	1	1	1	1	0.6	0.75	0.4	0	0	0	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr24	1	1	1	1	-0.6	0.75	0.4	0	0	0	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr25	1	1	1	0	1	0.75	0.4	0	0	0	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr26	1	1	1	0	-1	0.75	0.4	0	0	0	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr27	1	1	1	0	0	0.75	0.4	0	0	0	0.5*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr28	1	1	1	0	0.6	0.75	0.4	0	0	0	0.5*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr29	1	1	1	0	-0.6	0.75	0.4	0	0	0	0.5*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr30	1	1	1	0.6	0	0.75	0.4	0	0	0	0.5*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr31	1	1	1	0.6	0.6	0.75	0.4	0	0	0	0.5*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr32	1	1	1	0.6	-0.6	0.75	0.4	0	0	0	0.5*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr33	1	1	1	0	0	0.75	0.4	0	0	1	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr34	1	1	1	0	0.6	0.75	0.4	0	0	1	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr35	1	1	1	0	-0.6	0.75	0.4	0	0	1	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr36	1	1	1	0.6	0	0.75	0.4	0	0	1	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr37	1	1	1	0.6	0.6	0.75	0.4	0	0	1	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr38	1	1	1	0.6	-0.6	0.75	0.4	0	0	1	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr39	1	1	1	0	0	0.75	0.4	0	0	1	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr40	1	1	1	0	0.6	0.75	0.4	0	0	1	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr41	1	1	1	0	-0.6	0.75	0.4	0	0	1	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr42	1	1	1	0.6	0	0.75	0.4	0	0	1	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr43	1	1	1	0.6	0.6	0.75	0.4	0	0	1	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr44	1	1	1	0.6	-0.6	0.75	0.4	0	0	1	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr45	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr46	1	1	1	0	0.6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr47	1	1	1	0	-0.6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr48	1	1	1	0.6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr49	1	1	1	0.6	0.6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr50	1	1	1	0.6	-0.6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr51	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr52	1	1	1	0	0.6	1	1	0	0	0	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr53	1	1	1	0	-0.6	1	1	0	0	0	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr54	1	1	1	0.6	0	1	1	0	0	0	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr55	1	1	1	0.6	0.6	1	1	0	0	0	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr56	1	1	1	0.6	-0.6	1	1	0	0	0	0.3*	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr57	1	1	1	1	0	0.75	0.4	0	0.6	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr58	1	1	1	1	0.6	0.75	0.4	0	0.6	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr59	1	1	1	1	-0.6	0.75	0.4	0	0.6	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr60	1	1	1	0	1	0.75	0.4	0	0.6	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr61	1	1	1	0	-1	0.75	0.4	0	0.6	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr62	1	1	1	0	0	0.75	0.4	0	1	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr63	1	1	1	0	0.6	0.75	0.4	0	1	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr64	1	1	1	0	-0.6	0.75	0.4	0	1	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr65	1	1	1	0.6	0	0.75	0.4	0	1	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr66	1	1	1	0.6	0.6	0.75	0.4	0	1	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr67	1	1	1	0.6	-0.6	0.75	0.4	0	1	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr68	1	1	1	0	0	0.75	0.4	0	0.6	1	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr69	1	1	1	0	0.6	0.75	0.4	0	0.6	1	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr70	1	1	1	0	-0.6	0.75	0.4	0	0.6	1	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr71	1	1	1	0.6	0	0.75	0.4	0	0.6	1	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr72	1	1	1	0.6	0.6	0.75	0.4	0	0.6	1	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr73	1	1	1	0.6	-0.6	0.75	0.4	0	0.6	1	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr74	1	1	1	0	0	1	1	0	0.6	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr75	1	1	1	0	0.6	1	1	0	0.6	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr76	1	1	1	0	-0.6	1	1	0	0.6	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr77	1	1	1	0.6	0	1	1	0	0.6	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr78	1	1	1	0.6	0.6	1	1	0	0.6	0	0	0	0	0	0
SLE (rara)-SLEr79	1	1	1	0.6	-0.6	1	1	0	0.6	0	0	0	0	0	0

N.B.: * il coeff è pari al 50% poiché la combinazione considera metà del carico accidentale pari a 10kN/m

SLU (sismica) D.M. 14.01.2008	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	G ₁	G ₂	G _{3(str)}	ε ₂	ε ₃	GR-T M _{max}	GR-U	GR-T T _{max}	Q ⁹ _(STR,10)	GR-Fr	Q ⁹ _(STR)	Q ⁹ _(GEO)	G _{3(GEO)}	Q6(x)	Q6(z)
SLU (fondamentale)-SISMA1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA5	1	1	1	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA6	1	1	1	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA7	1	1	1	0	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA8	1	1	1	0	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA10	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA11	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA12	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA13	1	1	1	0	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA14	1	1	1	0	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA15	1	1	1	0	-0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA16	1	1	1	0	-0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA17	1	1	1	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA18	1	1	1	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA19	1	1	1	1	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA20	1	1	1	1	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA21	1	1	1	0	0.5	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA22	1	1	1	0	0.5	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA23	1	1	1	0	-0.5	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA24	1	1	1	0	-0.5	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA25	1	1	1	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.1*	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA26	1	1	1	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.1*	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA27	1	1	1	1	0	0.2	0.2	0	0	0	0.1*	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA28	1	1	1	1	0	0.2	0.2	0	0	0	0.1*	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA29	1	1	1	0	0.5	0.2	0.2	0	0	0	0.1*	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA30	1	1	1	0	0.5	0.2	0.2	0	0	0	0.1*	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA31	1	1	1	0	-0.5	0.2	0.2	0	0	0	0.1*	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA32	1	1	1	0	-0.5	0.2	0.2	0	0	0	0.1*	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA33	1	1	1	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA34	1	1	1	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA35	1	1	1	1	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA36	1	1	1	1	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA37	1	1	1	0	0.5	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA38	1	1	1	0	0.5	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA39	1	1	1	0	-0.5	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA40	1	1	1	0	-0.5	0	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA41	1	1	1	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0.1*	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA42	1	1	1	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0.1*	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA43	1	1	1	1	0	0	0.2	0.2	0	0	0.1*	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA44	1	1	1	1	0	0	0.2	0.2	0	0	0.1*	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA45	1	1	1	0	0.5	0	0.2	0.2	0	0	0.1*	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA46	1	1	1	0	0.5	0	0.2	0.2	0	0	0.1*	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA47	1	1	1	0	-0.5	0	0.2	0.2	0	0	0.1*	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA48	1	1	1	0	-0.5	0	0.2	0.2	0	0	0.1*	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA49	1	1	1	0	0	0	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA50	1	1	1	0	0	0	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA51	1	1	1	1	0	0	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA52	1	1	1	1	0	0	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA53	1	1	1	0	0.5	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA54	1	1	1	0	0.5	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA55	1	1	1	0	-0.5	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA56	1	1	1	0	-0.5	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA65	1	1	1	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA66	1	1	1	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA67	1	1	1	1	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA68	1	1	1	1	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA69	1	1	1	0	0.5	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA70	1	1	1	0	0.5	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0.3	1
SLU (fondamentale)-SISMA71	1	1	1	0	-0.5	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	1	0.3
SLU (fondamentale)-SISMA72	1	1	1	0	-0.5	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0.3	1

N.B.: * il coeff è pari al 50% poiché la combinazione considera metà del carico accidentale pari a 10kN/m

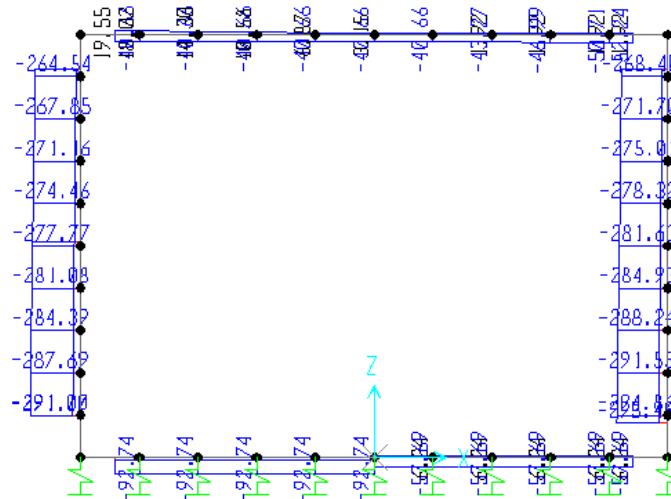


Fig. 4 – Inviluppo azioni assiali SLU

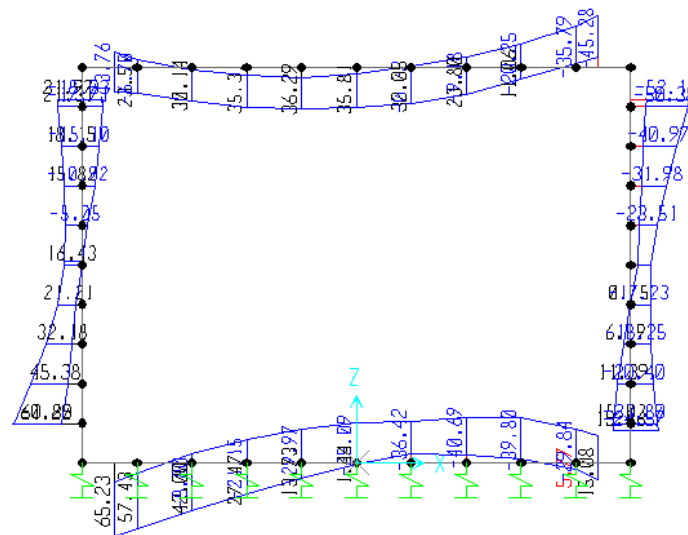


Fig. 5 – Inviluppo momenti flettenti SLV

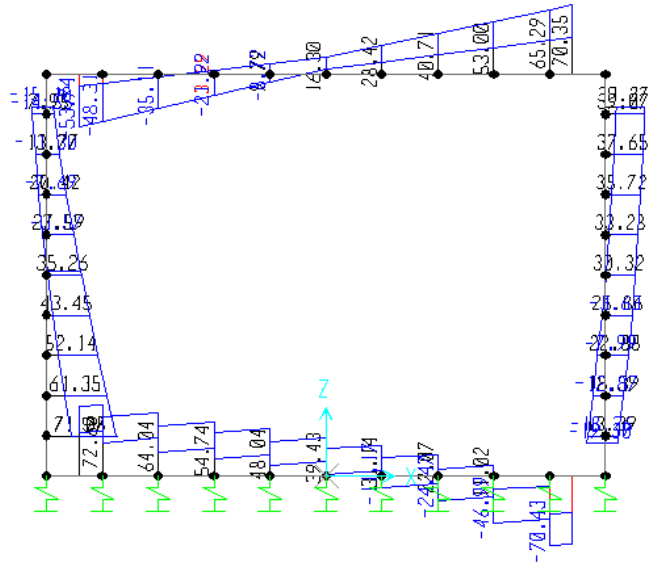
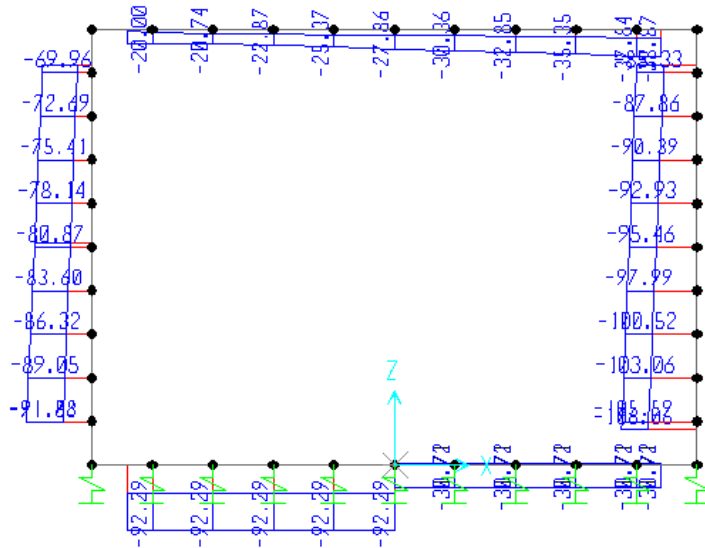


Fig. 6 – Involuppo sforzi taglianti SLV



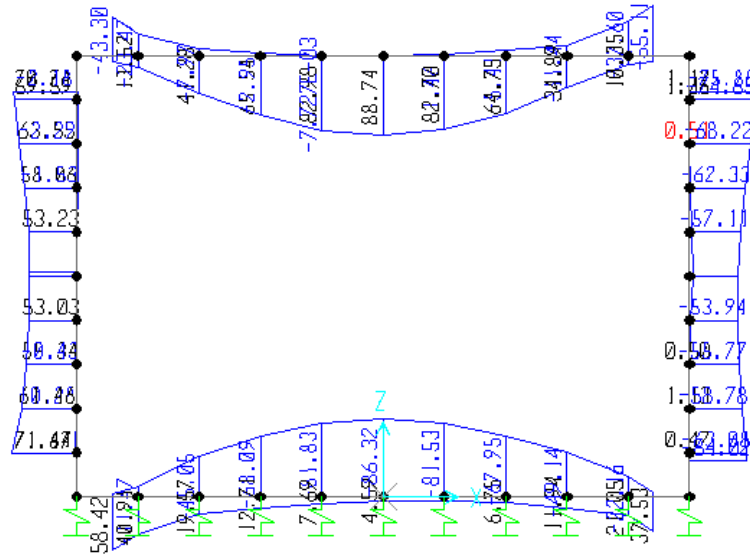


Fig. 8 – Inviluppo momenti flettenti SLE rara

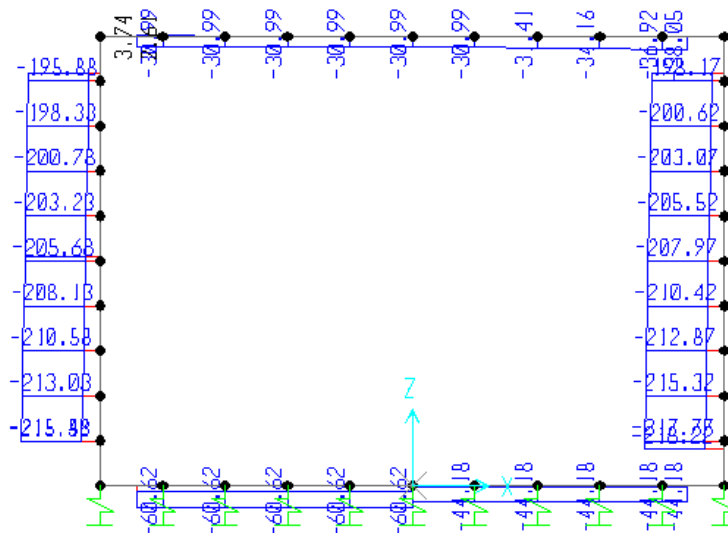


Fig. 9 – Inviluppo azioni assiali SLE rara


10 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Nelle tabelle seguenti sono indicati i valori delle sollecitazioni massime e i valori delle sollecitazioni per la verifica a fessurazione risultanti dalle combinazioni di cui al capitolo precedente.

Per le verifiche in corrispondenza dei nodi si considerano le sollecitazioni a filo elemento rigido.

SLU STR-SLV				
Elemento	C.C. M_{max}	N (kN)	M_{max} (kNm)	T_{max}
soletta inferiore	SLU60	13.59	-116.98	216.00
	SLU142	85.41	84.80	-
soletta superiore	SLU130	51.96	-74.87	212.17
	SLU72	9.01	123.17	-
piedritti	SLU237	27.34	-22.68	72.81
	SLU144	211.99	101.31	72.81
	SLU82	267.73	102.94	53.93
	SLUsisma13	73.93	-15.56	53.93

Elemento	SLE RARA		SLE FREQUENTE			SLE QUASI PERMANENTE		
	N (kN)	M_{max} (kNm)	ID Asta	N (kN)	M_{max} (kNm)	ID Asta	N (kN)	M_{max} (kNm)
soletta inferiore	17.30	-86.32	1	19.62	-67.74	1	27.48	-18.84
	57.93	58.42		41.30	36.82		39.57	22.08
soletta superiore	38.05	-55.11	3	27.16	-39.28	3	17.68	-13.11
	11.99	88.74		9.66	69.84		5.58	21.01
piedritti	34.39	-2.29	2	35.66	-0.12	2	46.67	3.17
	157.58	71.67		148.49	55.21		54.68	22.43
	197.72	75.88	4	-151.15	59.63	4	54.32	22.24
	54.23	-1.13		51.59	1.46		39.17	2.74

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

10.1 Verifica soletta inferiore

Si adottano spille 11Ø10/mq

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.500 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C30/37	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	50.0
3	50.0	50.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.4	8.6	16
2	-41.4	41.4	16
3	41.4	41.4	16
4	41.4	8.6	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	16
2	2	3	8	16

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 19.1 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	13.59	-116.98	216.00
2	85.41	84.80	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	17.30	-86.32	0.00
2	57.93	58.42	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	19.62	-67.74 (-143.22)	0.00 (0.00)
2	41.30	36.82 (154.55)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	27.48	-18.84 (-159.67)	0.00 (0.00)
2	39.57	22.08 (165.08)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.8 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	13.59	-116.98	13.42	-316.57	2.71	40.2(15.0)
2	S	85.41	84.80	85.39	329.03	3.88	40.2(15.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-50.0	0.0	-0.00055	-41.4	8.6	-0.01601	41.4	41.4
2	0.00350	-50.0	50.0	-0.00044	-41.4	41.4	-0.01548	-41.4	8.6


POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000471304	0.003500000	----	----
2	0.000000000	0.000458553	-0.019427663	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	10 mm
---------------	-------

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

Passo staffe: 19.1 cm [Passo massimo di normativa = 19.2 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e d_{med} .
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	216.00	1128.18	309.17	47.0 38.4	100.0	2.500	1.002	5.7	8.2(0.0)
2	S	0.00	1646.12	123.40	46.9 38.3	100.0	1.000	1.010	0.0	8.2(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.33	-50.0	0.0	-112.6	32.2	41.4	1249	20.1
2	S	2.26	-50.0	50.0	-64.8	-41.4	8.6	1199	20.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00073	0	0.500	16.0	78	0.00034 (0.00034)	434	0.147 (0.20)	-142.10	0.00
2	S	-0.00043	0	0.500	16.0	78	0.00019 (0.00019)	427	0.083 (0.20)	152.66	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.61	-50.0	0.0	-86.9	32.2	41.4	1249	20.1
2	S	1.43	-50.0	50.0	-39.7	-32.2	8.6	1199	20.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00057	0	0.500	16.0	78	0.00026 (0.00026)	434	0.113 (0.20)	-143.22	0.00
2	S	-0.00026	0	0.500	16.0	78	0.00012 (0.00012)	427	0.051 (0.20)	154.55	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.73	-50.0	0.0	-18.8	32.2	41.4	1149	20.1
2	S	0.85	-50.0	50.0	-20.3	-41.4	8.6	1149	20.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00012	0	0.500	16.0	78	0.00006 (0.00006)	421	0.024 (0.20)	-159.67	0.00
2	S	-0.00014	0	0.500	16.0	78	0.00006 (0.00006)	421	0.026 (0.20)	165.08	0.00

10.2 Verifica soletta superiore

Si adottano spille 12Ø10/mq

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.500 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30 MPa

Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.5	8.5	16
2	-41.5	31.5	16
3	41.5	31.5	16
4	41.5	8.5	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	16
2	2	3	8	16


ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 19.1 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	51.96	-74.87	212.17
2	9.01	123.17	0.00

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	38.05	-55.11	0.00
2	11.99	88.74	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	27.16	-39.28 (-93.19)	0.00 (0.00)
2	9.66	69.84 (89.73)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	17.68	-13.11 (-97.67)	0.00 (0.00)
2	5.58	21.01 (90.50)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 6.7 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	51.96	-74.87	52.21	-242.42	3.24	40.2(12.0)
2	S	9.01	123.17	9.04	237.07	1.92	40.2(12.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Ys max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-50.0	0.0	-0.00048	-41.5	8.5	-0.01124	41.5	31.5
2	0.00350	-50.0	40.0	-0.00054	-41.5	31.5	-0.01148	-41.5	8.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000467796	0.003500000	----	----
2	0.000000000	0.000475399	-0.015515954	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	10 mm
Passo staffe:	19.1 cm [Passo massimo di normativa = 19.2 cm]

Ver	S = comb. verificata / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d z	Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro Braccio coppia interna [cm] Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	212.17	841.94	229.35	37.0 28.5	100.0	2.500	1.008	7.6	8.2(0.0)
2	S	0.00	1213.59	91.89	37.1 28.6	100.0	1.000	1.000	0.0	8.2(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata / N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.40	-50.0	0.0	-90.0	32.3	31.5	949	20.1
2	S	5.46	-50.0	40.0	-157.7	-32.3	8.5	949	20.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00064	0	0.500	16.0	77	0.00027 (0.00027)	390	0.105 (0.20)	-93.18	0.00
2	S	-0.00111	0	0.500	16.0	77	0.00047 (0.00047)	390	0.185 (0.20)	89.71	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.42	-50.0	0.0	-64.2	32.3	31.5	949	20.1
2	S	4.30	-50.0	40.0	-124.0	-41.5	8.5	949	20.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00046	0	0.500	16.0	77	0.00019 (0.00019)	390	0.075 (0.20)	-93.19	0.00
2	S	-0.00087	0	0.500	16.0	77	0.00037 (0.00037)	390	0.145 (0.20)	89.73	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.81	-50.0	0.0	-19.2	32.3	31.5	949	20.1
2	S	1.29	-50.0	40.0	-36.6	-32.3	8.5	949	20.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00014	0	0.500	16.0	77	0.00006 (0.00006)	390	0.023 (0.20)	-97.67	0.00
2	S	-0.00026	0	0.500	16.0	77	0.00011 (0.00011)	390	0.043 (0.20)	90.50	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

10.3 Verifica piedritti

Si adottano spille 12Ø8/mq

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.500	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.5	8.5	16
2	-41.5	31.5	16
3	41.5	31.5	16
4	41.5	8.5	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione

N°Barre
Ø Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	16
2	2	3	8	16

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 19.1 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	27.34	-22.68	72.81
2	211.99	101.31	72.81
3	267.73	102.94	53.93
4	73.93	-15.56	53.93

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	34.39	-2.29	0.00
2	157.58	71.67	0.00
3	197.72	75.88	0.00
4	54.23	-1.13	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	35.66	-0.12 (-93.19)	0.00 (0.00)
2	148.49	55.21 (108.30)	0.00 (0.00)
3	-151.15	59.63 (76.06)	0.00 (0.00)
4	51.59	1.46 (0.00)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	46.67	3.17 (4546.90)	0.00 (0.00)
2	54.68	22.43 (106.13)	0.00 (0.00)
3	54.32	22.24 (106.17)	0.00 (0.00)
4	39.17	2.74 (1853.12)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	27.34	-22.68	27.51	-239.36	10.55	40.2(12.0)
2	S	211.99	101.31	211.97	262.14	2.59	40.2(12.0)
3	S	267.73	102.94	267.76	268.99	2.61	40.2(12.0)
4	S	73.93	-15.56	73.74	-245.09	15.75	40.2(12.0)


METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-50.0	0.0	-0.00051	-41.5	8.5	-0.01137	41.5	31.5
2	0.00350	-50.0	40.0	-0.00024	-41.5	31.5	-0.01036	-41.5	8.5
3	0.00350	-50.0	40.0	-0.00016	-41.5	31.5	-0.01006	-41.5	8.5
4	0.00350	-50.0	0.0	-0.00044	-41.5	8.5	-0.01111	41.5	31.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000472159	0.003500000	----	----
2	0.000000000	0.000440027	-0.014101085	----	----
3	0.000000000	0.000430573	-0.013722905	----	----
4	0.000000000	-0.000463961	0.003500000	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 8 mm
 Passo staffe: 19.1 cm [Passo massimo di normativa = 19.2 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [kN] = Vy ortogonale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	72.81	839.73	146.92	37.0 28.5	100.0	2.500	1.004	2.6	5.3(0.0)
2	S	72.81	855.90	145.81	36.8 28.3	100.0	2.500	1.031	2.6	5.3(0.0)
3	S	53.93	860.57	145.45	36.7 28.2	100.0	2.500	1.039	2.0	5.3(0.0)
4	S	53.93	843.91	146.65	37.0 28.5	100.0	2.500	1.011	1.9	5.3(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.15	-50.0	0.0	0.5	32.3	31.5	----	----
2	S	4.38	-50.0	40.0	-90.2	-41.5	8.5	899	20.1
3	S	4.62	-50.0	40.0	-88.0	-41.5	8.5	849	20.1
4	S	0.15	-50.0	0.0	1.4	32.3	31.5	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50 D 29	CL	NI000 002	A	65 di 74

k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 \emptyset Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00064	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	-93.18	0.00
2	S	-0.00066	0	0.500	16.0	77	0.00027 (0.00027)	383	0.104 (0.20)	104.15	0.00
3	S	-0.00065	0	0.500	16.0	77	0.00026 (0.00026)	377	0.099 (0.20)	107.57	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.08	-50.0	0.0	1.1	32.3	31.5	---	---
2	S	3.36	-50.0	40.0	-63.0	-32.3	8.5	849	20.1
3	S	3.56	-50.0	40.0	-148.2	-32.3	8.5	1049	20.1
4	S	0.16	-50.0	40.0	1.3	-23.1	8.5	---	---

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]


Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00046	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	-93.19	0.00
2	S	-0.00047	0	0.500	16.0	77	0.00019 (0.00019)	377	0.071 (0.20)	108.30	0.00
3	S	-0.00101	0	0.500	16.0	77	0.00044 (0.00044)	404	0.179 (0.20)	76.06	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.20	-50.0	40.0	0.6	-41.5	8.5	0	0.0
2	S	1.37	-50.0	40.0	-26.9	-32.3	8.5	899	20.1
3	S	1.36	-50.0	40.0	-26.7	-32.3	8.5	899	20.1
4	S	0.17	-50.0	40.0	0.5	-41.5	8.5	0	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0	0.500	16.0	77	0.00044 (0.00044)	0	0.000 (0.20)	4546.90	0.00
2	S	-0.00020	0	0.500	16.0	77	0.00008 (0.00008)	383	0.031 (0.20)	106.13	0.00
3	S	-0.00020	0	0.500	16.0	77	0.00008 (0.00008)	383	0.031 (0.20)	106.17	0.00
4	S	0.00000	0	0.500	16.0	77	0.00008 (0.00008)	0	0.000 (0.20)	1853.12	0.00

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
	NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3E	LOTTO 50 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO NI000 002	REV. A

10.4 Tabella riassuntiva armature

	Inc. Armature [kg/mc]
Soletta inf.	105
Soletta sup.	130
Piedritto	120

(per il quantitativo di armatura secondaria si assume il 20% di quella principale; si aggiunge al quantitativo di armatura principale e secondaria un 15% per sovrapposizioni/legature)

11 VERIFICA GEOTECNICA

Si riporta di seguito la verifica a carico limite per la combinazione più gravosa:

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni totali

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$$

D = Profondità del piano di appoggio

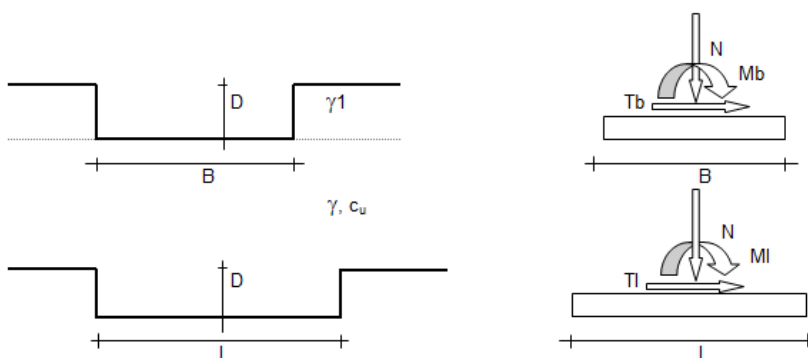
e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

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

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

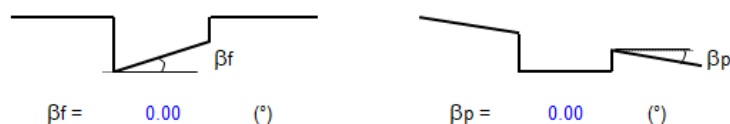
L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

Metodo di calcolo		azioni		coefficienti parziali			
		permanenti	temporanee variabili	proprietà del terreno	resistenze		
				c_u	q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.40	1.80	1.00
	SISMA	○	1.00	1.00	1.40	1.80	1.00
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	2.30	1.10
	SISMA	○	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	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10



(Per fondazioni nastriformi $L=100$ m)

B = 3.80 (m)
L = 1.00 (m)
D = 2.00 (m)



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	640.77	0.00	640.77
Mb [kNm]	15.23	0.00	15.23
MI [kNm]	0.00	0.00	0.00
Tb [kN]	17.00	0.00	17.00
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	17.00	0.00	17.00

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$$c_u = 100.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$e_B = 0.02 \quad (\text{m})$$

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

Valore di progetto

$$c_u = 100.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$B^* = 3.75 \quad (\text{m})$$

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

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 38.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc : coefficiente di capacità portante

$$N_c = 2 + \pi$$

$$N_c = 5.14$$

s_c : fattori di forma

$$s_c = 1 + 0.2 B^* / L^*$$

$$s_c = 1.05$$

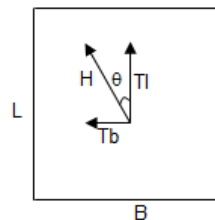
i_c : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.79$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.21$$

$$\theta = \arctg(T_b/TI) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 1.79$$



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

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u N_c))$$

$$i_c = 0.98$$

NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50 D 29	CL	NI000 002	A	69 di 74

d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1.44$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 806.84 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

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

$$q = 170.76 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 350.8 \geq q = 170.76 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 17.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = c_u B^* L^*$$

$$S_d = 375.25 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 341.13 \geq H_d = 17.00 \quad (\text{kN})$$

NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50 D 29	CL	NI000 002	A	70 di 74

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

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

D = Profondità del piano di appoggio

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

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

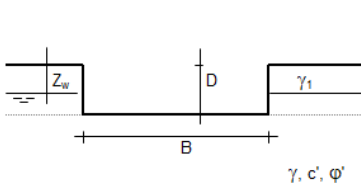
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

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

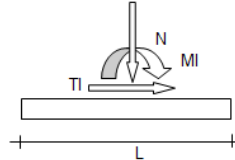
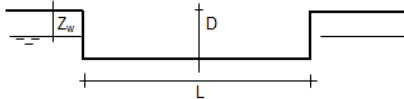
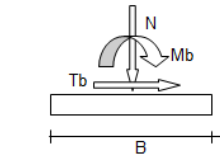
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze			
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \phi'$	c'	q_{lim}	scorr		
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	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	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

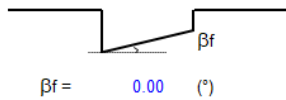


γ, c', ϕ'

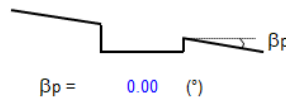


(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 3.80 (m)
L = 1.00 (m)
D = 2.00 (m)



$\beta_f = 0.00$ (°)



$\beta_p = 0.00$ (°)

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	640.77		640.77
Mb [kNm]	15.23		15.23
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	17.00		17.00
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	17.00	0.00	17.00

NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50 D 29	CL	NI000 002	A	71 di 74

Peso unità di volume del terreno

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= 19.00 \quad (\text{kN/mc}) \\ \gamma &= 19.00 \quad (\text{kN/mc})\end{aligned}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$\begin{aligned}c' &= 5.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \phi' &= 25.00 \quad (^\circ)\end{aligned}$$

Valori di progetto

$$\begin{aligned}c' &= 5.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \phi' &= 25.00 \quad (^\circ)\end{aligned}$$

Profondità della falda

$$Z_w = 5.00 \quad (\text{m})$$

$$\begin{aligned}e_B &= 0.02 \quad (\text{m}) \\ e_L &= 0.00 \quad (\text{m})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B^* &= 3.75 \quad (\text{m}) \\ L^* &= 1.00 \quad (\text{m})\end{aligned}$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 38.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 16.89 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

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

$$N_q = 10.66$$

$$N_c = (N_q - 1) \tan \phi'$$

$$N_c = 20.72$$

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

$$N_\gamma = 10.88$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

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

$$s_c = 1.14$$

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

$$s_q = 1.12$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0.89$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_\theta = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.79 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.21 \quad m = 1.79 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \phi'))^m \quad (m=2 \text{ nel caso di fondazione nastriforme e } m=(m_\theta \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta) \text{ in tutti gli altri casi)}$$

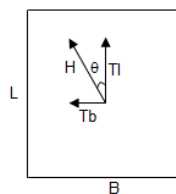
$$i_q = 0.96$$

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

$$i_c = 0.95$$

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

$$i_\gamma = 0.93$$



NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km 8+920 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50 D 29	CL	NI000 002	A	72 di 74

d_c, d_q, d_r : fattori di profondità del piano di appoggio

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

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

$$d_q = 1.34$$

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

$$d_c = 1.38$$

$$d_r = 1$$

$$d_r = 1.00$$

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

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

$$b_q = 1.00$$

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

$$b_c = 1.00$$

$$b_r = b_q$$

$$b_r = 1.00$$

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

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

$$g_q = 1.00$$

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

$$g_c = 1.00$$

$$g_r = g_q$$

$$g_r = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 816.34 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

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

$$q = 170.76 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 354.93 \geq q = 170.76 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 17.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi) + c' B^* L^*$$

$$S_d = 317.56 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

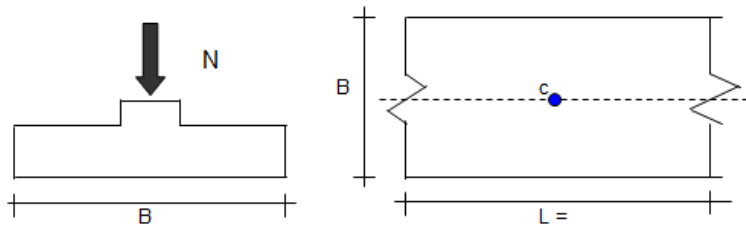
$$S_d / \gamma_R = 288.69 \geq H_d = 17.00 \quad (\text{kN})$$

11.1 Valutazione dei cedimenti

La pressione netta agente per la combinazione rara risulta pari ad 90 kPa. Il cedimento risultante è pari ad 2.78cm:

CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE NASTRIFORME

LAVORO:



Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)

$$\Delta\sigma_{zi} = (2q/\pi)^*(\alpha + \text{sen}\alpha\cos\alpha)$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (2q/\pi)^*(\alpha - \text{sen}\alpha\cos\alpha)$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (4q/\pi)^*(v\alpha)$$

$$\alpha = \tan^{-1}((B/2)/z)$$

$$\delta_{\text{tot}} = \Sigma\delta_t = \Sigma(((\Delta\sigma_{zi} - v_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi}))\Delta z_i/E_i)$$

DATI DI INPUT:

B = 3.80 (m) (Larghezza della Fondazione)

N = 342.00 (kN) (Carico Verticale Agente)

q = 90.00 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/B))

ns = 4 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da z _i	a z _{i+1}	Δz _i	E	v	δ _{ci}
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(-)	(cm)
1	ARGILLA LIMOSA	7.00	0.0	7.0	1.0	15000	0.30	2.15
2		3.00	7.0	10.0	1.0	20000	0.30	0.34
3		3.00	10.0	13.0	1.0	35000	0.30	0.15
4		6.00	13.0	19.0	1.0	50000	0.30	0.15
-		0.00	0.0	0.0	1.0	0	0.00	-
-		0.00	0.0	0.0	1.0	0	0.00	-

$$\delta_{\text{ctot}} = 2.78 \text{ (cm)}$$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

NI00 - Tombino idraulico stradale 3x2 da km 0+000 a km
8+920 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50 D 29	CL	NI000 002	A	74 di 74