

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

TOMBINI IDRAULICI

IN37A-D - Tombino alla pk 17+933

Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

SCALA:

-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
RS3E	50	D	78	CL	IN3700	001	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	M.Piscitelli	Dicembre 2019	A. Toric L. Fanelli	Dicembre 2019	F. Sparacino	Dicembre 2019	D. Tiberti Dicembre 2019

File:RS3E50D78CLIN3700001A.doc

n. Elab.: 671

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Messina
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Daniele Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10479



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	2 di 97

INDICE

1.	GENERALITA'	4
2.	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	4
3.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
4.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
4.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	7
5.	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA	8
5.1	INTERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE	9
6.	CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	10
6.1	VITA NOMINALE	11
6.2	CLASSE D'USO	12
6.3	PERIODO DI RIFERIMENTO	13
6.4	VALUTAZIONE DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	13
6.5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRENO	14
6.6	PARAMETRI SISMICI DI CALCOLO	15
7.	MATERIALI	16
8.	CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE	18
8.1	METODOLOGIA DI CALCOLO	18
8.2	AZIONI	19
8.2.1	<i>Peso proprio (cond. di carico 1)</i>	<i>19</i>
8.2.2	<i>Permanenti (cond. di carico 2).....</i>	<i>20</i>
8.2.3	<i>Spinta del terreno (cond. di carico 3/4)</i>	<i>21</i>
8.2.4	<i>Spinta in presenza di falda (cond. di carico 5).....</i>	<i>21</i>
8.2.5	<i>Azioni Sismiche (cond. di carico 6/7).....</i>	<i>22</i>
8.2.6	<i>Ritiro e viscosità (cond. di carico 8).....</i>	<i>23</i>
8.2.7	<i>Variazioni termiche della struttura (cond. di carico 9).....</i>	<i>23</i>
8.2.8	<i>Azioni variabili da traffico (cond. di carico 10/11).....</i>	<i>24</i>
8.2.9	<i>Azioni di avviamento/frenatura associati al passaggio dei treni sul traverso (cond. 10/11).....</i>	<i>27</i>
8.3	APPROCCI PROGETTUALI E METODI DI VERIFICA	28
8.4	COMBINAZIONI DI CARICO	28



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	3 di 97

8.5	CARICO LIMITE DI FONDAZIONI DIRETTE	28
9.	RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE	30
9.1	MODELLO DI CALCOLO.....	30
9.2	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO.....	31
9.3	ARMATURE DI PROGETTO.....	33
9.4	VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE.....	33
9.5	VERIFICHE GEOTECNICHE	34
10.	TABULATI DI CALCOLO	35



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	4 di 97

1. GENERALITA'

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo relativo alla tratta a semplice binario Dittaino – Catenanuova del Nuovo Collegamento Palermo – Catania. L'intera tratta Dittaino – Catenanuova ha uno sviluppo complessivo di circa 22,8 km.

L'opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra fra quelle inserite nella categoria denominata "TOMBINI IDRAULICI – Tombini ferroviari e stradali".

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all'opera.

2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento al tombino idraulico IN37 previsto lungo l'asse principale di progetto in corrispondenza della pk. 17+933.

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Di seguito si riportano in tabella le principali informazioni geometriche delle sezioni di calcolo presenti lungo lo sviluppo dell'opera, ed a seguire alcune immagini rappresentative. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:

WBS	OPERA	pk. [m]	Sez. di calcolo	Risoluzione Interferenza	B (m)	H (m)	S _P (m)	S _T (m)	S _F (m)	r (m)
IN37	Tombino scatolare	17+933	B - B	Linea PA-CT	4.00	3.54	0.50	0.50	0.60	0.49
			C - C	Viabilità complanare N01	4.00	3.54	0.50	0.50	0.60	2.64

Dove si è indicato con:

B : Larghezza netta interna dell'opera

H : Altezza netta interna dell'opera

S_P, S_T, S_F : Spessore piedritti, traverso, fondazione

*r : Spessore ricoprimento (da estradosso traverso a intradosso ballast/sede stradale).

* Il ricoprimento dato dal Ballast è invece considerato come un carico applicato al p.c. valutato come definito al par.8.2.2 considerando uno spessore convenzionale aggiuntivo di 0.8m.

La sezione di calcolo analizzata nel seguito è la sez. B-B, che risulta essere la più gravosa per condizioni di carico tra quelle presenti lungo lo sviluppo dell'opera.

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	5 di 97

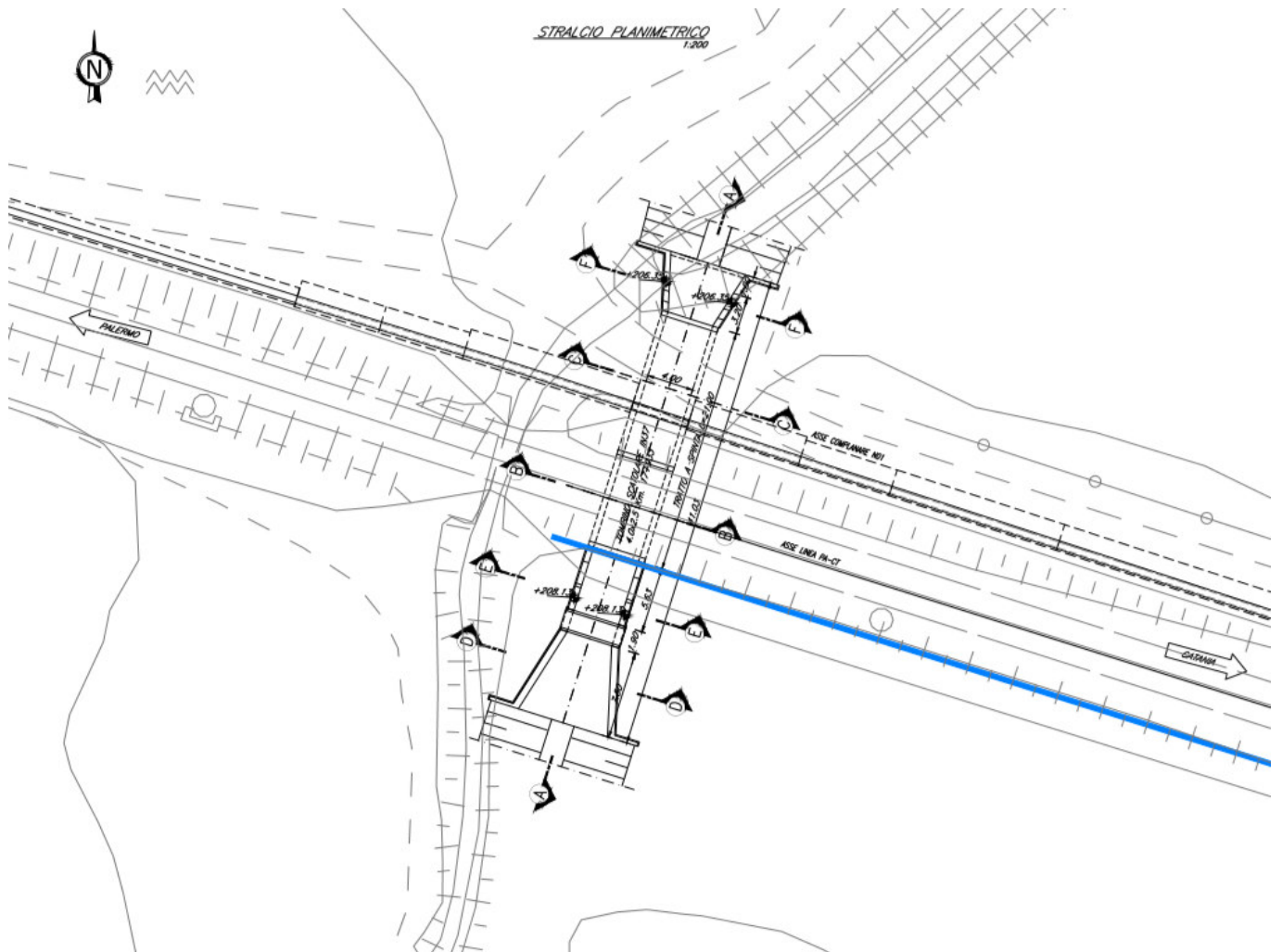


Figura 1 – Inquadramento planimetrico

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	6 di 97

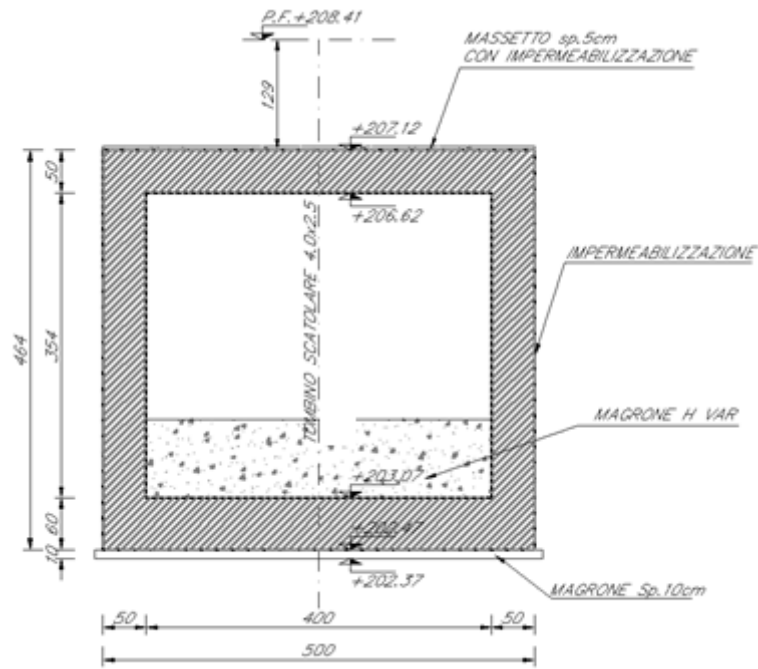


Figura 2 – Sezione trasversale B-B

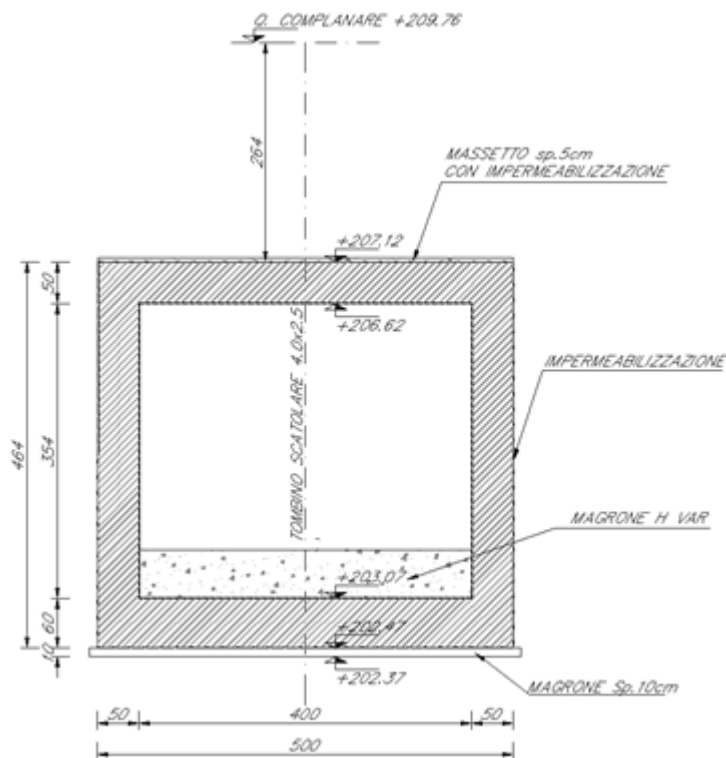



Figura 3 – Sezione trasversale C-C

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI Tombini ferroviari e stradali					
	Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IN3700 001	REV. A

4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 Documenti Referenziati

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

Normative e Documenti tecnici generali

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture dei Trasporti, DM 14 gennaio 2008 – «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Circolare Applicativa n 617 del 2 Febbraio 2009 - «Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008»
- Rif. [3] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

Documenti Tecnici RFI e/o di ambito ferroviario

- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [10] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 7 / Geologia (RFI DTC SI CS GE IFS 001 A – rev 22/12/2017)
- Rif. [11] 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;
- Rif. [12] Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili (RFIDTCSICSSPIFS005 B - rev 22/12/2017)

5. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Dall'esame di quanto riportato nella relazione geotecnica di riferimento e in relazione alle progressive in esame, emerge che il volume di terreno direttamente interagente con l'opera, significativo per la verifica a carico limite, è costituito dall'alternanza delle unità bbi e TRVa che presentano le seguenti proprietà:

Unità bbi – Depositi alluvionali recenti incoerenti (sabbia, sabbia con ghiaia, sabbia ghiaiosa)

$$\gamma_{\text{nat}} = 19.5 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 34 \div 39^\circ$$

$$V_s = 200 \div 400 \text{ m/s}$$

$$G_o = 80 \div 300 \text{ MPa}$$

$$E_o = 200 \div 800 \text{ MPa}$$

$$k = 1 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

Unità TRV/TRVa – Formazione di Terravecchia

$$\gamma_{\text{nat}} = 19.5 \div 21.0 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 5 \div 20 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 19 \div 25^\circ$$

$$c_u = 74 \div 420 \text{ kPa}$$

$$k = 5 \cdot 10^{-9} \div 7 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$$

$$E_o = 200 \div 900 \text{ MPa}$$

I moduli di deformabilità “operativi” (E') da adottare per le opere di sostegno e per le fondazioni, saranno assunti pari a $1/3 \div 1/5$ di quello iniziale (E_o).

Per il terreno di ricoprimento e rinfiacco, salvo più accurate determinazioni, in via cautelativa, per le caratteristiche dei rilevati ferroviari si possono assumere i seguenti valori dei parametri geotecnici caratteristici:

peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$;

angolo di attrito $\varphi' = 38^\circ$;

Riguardo il livello di falda, l'indagine più prossima risulta essere la S7vi che rileva un livello di falda a circa 6.5m di profondità dal P:C: locale. Nel caso in esame si assume cautelativamente una quota del livello di falda coincidente con il piano di posa delle fondazioni.

In fase di analisi è stato dunque considerato il seguente modello geotecnico:

Terreno	Litotipo	γ	φ'	c'	E'	k_w
		(kN/m^3)	($^\circ$)	(kPa)	(MPa)	(kPa/m)
Terreno di Ricoprimento	Terreno da rilevato ferroviario	20	38	0	50	-
Terreno di Rinfiacco	Terreno da rilevato ferroviario	20	38	0	50	0
*Terreno di Fondazione	TRVa	20	24	0	80	10539

Dove k_w è la costante di sottofondo definita al paragrafo seguente.

*Cautelativamente si considera come terreno di fondazione l'unità TRVa assumendo cautelativamente $c'=0$ ed $E'=80 \text{ MPa}$.

5.1 interazione terreno-fondazione

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

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

dove:

E' = modulo di deformazione elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson = 0.3;

B = larghezza della fondazione.

c_t = fattore di forma, coefficiente adimensionale ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (vedasi tabella seguente).

Fondazione Rigida	c_t
- rettangolare con $L/B \leq 10$	$c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$
- rettangolare con $L/B > 10$	$c_t = 2 + 0.0089 (L/B)$
dove L è il lato maggiore della fondazione.	

Sulla base della geometria della fondazione e delle condizioni geotecniche locali verrà valutato il modulo di deformazione elastico per il calcolo dei coefficienti di sottofondo.

In particolare il modulo di deformazione elastico potrà essere determinato dal modulo di deformazione elastico iniziale (E_0) come $E = E_0 / (3 \div 5)$.

Di seguito si riportano, in forma tabellare, i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, sulla scorta del valore di progetto di E attribuito allo strato di Fondazione, avendo considerato una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaboranti:

$E'(\text{KN/m}^2) =$	80000
$\nu =$	0.25
$B \text{ (m)} =$	5.0
$L \text{ (m)} =$	21.0
$c_t =$	1.625
$K_w \text{ [kN/m}^3] =$	10539

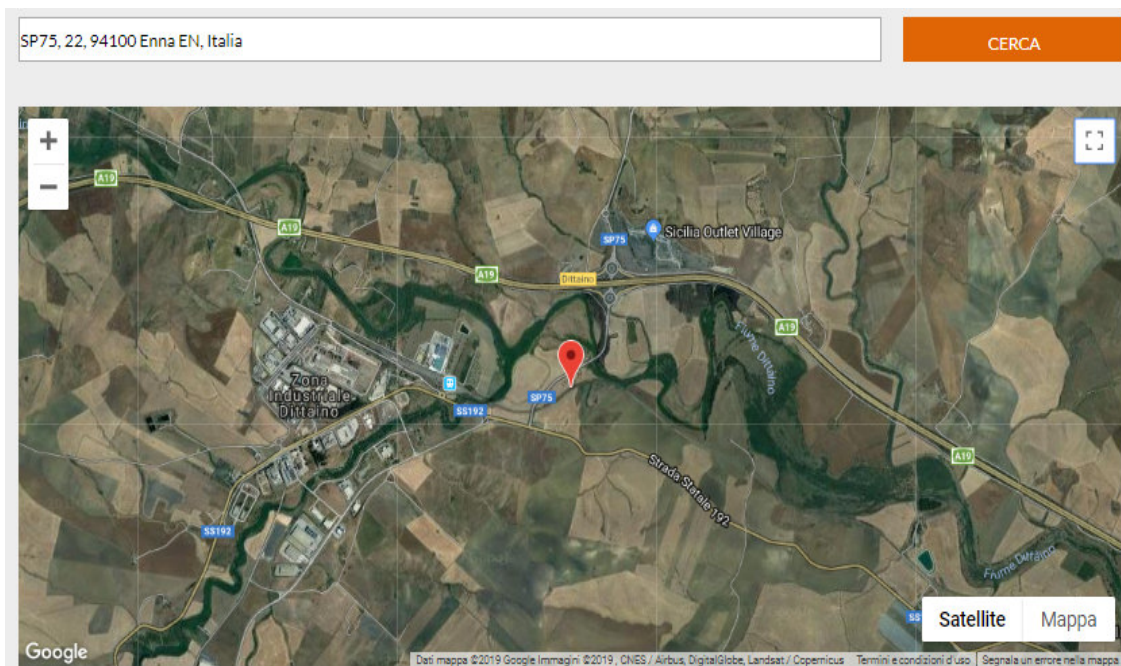
Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	10 di 97

6. CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo si riporta la descrizione e la valutazione dell'azione sismica secondo le specifiche del D.M. 14 gennaio 2008.

L'opera oggetto della presente relazione presenta le seguenti coordinate geografiche:



LATITUDINE	37.564
LONGITUDINE	14.473
PROVINCIA	ENNA

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei paragrafi seguenti è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica per la zona sismica di riferimento in cui ricade l'opera.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	11 di 97

6.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Per la definizione della Vita Nominale da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di una infrastruttura ferroviaria si rimanda al "MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI" - RFI DTC SI PS MA IFS 001 B.

Tabella 1 Vita Nominale in funzione del tipo di costruzione

TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾	Vita Nominale [V_N] ⁽¹⁾
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE ESISTENTI OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITA' CONVENZIONALE ($V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITA' ($V < 250$ km/h)	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITA' ($V \geq 250$ Km/h)	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 ⁽²⁾
(1) - La medesima V_N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprighiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di RFI.	

Tenendo conto delle indicazioni precedenti le strutture di progetto avranno vita nominale $V_N = 75$.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	12 di 97

6.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per la definizione della Classe di uso da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di una infrastruttura ferroviaria esistente si rimanda al "MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI" - RFI DTC SI PS MA IFS 001 B.

Tabella 2 Classe d'uso Coeff. d'uso in funzione del tipo di costruzione per l'infrastruttura ferroviaria

TIPO DI COSTRUZIONE	Classe d'uso	Coefficiente d'uso [CU]
GRANDI STAZIONI	C IV	2,0
OPERE D'ARTE DEL SISTEMA DI GRANDE VIABILITÀ FERROVIARIA	C III	1,5
ALTRE OPERE D'ARTE	C II	1,0

Facendo riferimento all'Allegato 5 della specifica alla pagina 151 del "MANUALE DI PROGETTAZIONE DI PONTI E STRUTTURE" - RFI DTC SICS MA IFS 001 B si ricade in classe d'uso tipo **Classe III con coefficiente d'uso CU=1,5**.

6.3 Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U = 75 \cdot 1.50 = 112.5 \text{ anni (periodo di riferimento).}$$

6.4 Valutazione dei parametri di pericolosità sismica

Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{V_R} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})} = - \frac{C_U \cdot V_g}{\ln(1 - P_{V_g})}$$

da cui si ottiene la seguente Tabella:

Tabella 3 Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato

	STATO LIMITE	probabilità di superamento PVR	Valori in anni del periodo di ritorno TR
SLE	SLO - Stato Limite di Operatività	81%	68
	SLD - Stato Limite di Danno	63%	113
SLU	SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%	1068
	SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso	5%	2193

Per il sito in esame, in base ai parametri precedentemente adottati si ha:

STATO LIMITE	SLV
VITA NOMINALE V_N	75
CLASSE D'USO	C III
COEFFICIENTE D'USO C_U	1.5
VITA DI RIFERIMENTO V_R	112.5

6.5 Caratterizzazione sismica del terreno

Categorie di Sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale.

Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2008.

Amplificazione Stratigrafica e Topografica

In riferimento a quanto indicato nel §3.2.3.2.1 delle NTC2008 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente $S = S_S \cdot S_T$ e di C_C in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti alle Tab.18 e 19 che sono riportate di seguito:

Tabella 4 Tabella delle espressioni per S_S e C_C

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 5 Valori massimi del coeff. di amplificazione topografica S_T

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Nel caso in esame:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

C

CATEGORIA TOPOGRAFICA

T1

6.6 Parametri sismici di calcolo

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.133 g
F_o	2.624
T_C^*	0.538 s
S_S	1.490
C_C	1.288
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.490
η	1.000
T_B	0.231 s
T_C	0.693 s
T_D	2.133 s

Tabella 1 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	16 di 97

7. MATERIALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori di resistenza e deformabilità adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 14/01/2008 e del "Manuale di progettazione delle opere civili" RFI DTC SI MA IFS 001 B.

Calcestruzzo armato Opere	
Classe di resistenza	C 30/37
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck} / 1.5 = 17.0 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 32836 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (RFI DTC SI MA IFS 001 B)	$\sigma_c = 0.55 f_{ck} = 16.5 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)
Tensione massima di compressione in esercizio (NTC 2008)	$\sigma_c = 0.60 f_{ck} = 18.0 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)

Acciaio per barre di armatura	
Tipo	B 450 C
Tensione caratteristica di rottura	$f_{yd} \geq 540 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yd} \geq 450 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (RFI DTC SI MA IFS 001 B)	$\sigma_{lim} = 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (NTC 2008)	$\sigma_{lim} = 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

In merito alla verifica a fessurazione, la verifica consiste nel controllo dell'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio i cui valori limite sono stabiliti, nell'ambito del progetto di opere ferroviarie, nel documento RFI DTC SICS MA IFS 001 B – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 22/12/2017*).

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure s_f dovrà rispettare i seguenti limiti:

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	17 di 97

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.01.2008 – Tab 4.1.III), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

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

Tabella 4.1.III – DM 14.01.2008

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si adotta il limite $w_1=0,20 \text{ mm}$ sia per le parti in elevazione che per quelle in fondazione, in quanto in entrambi i casi trattasi di strutture a permanente contatto col terreno.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	18 di 97

8. CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE

Le verifiche sono state condotte in accordo con le prescrizioni e le indicazioni del DM 14/01/2008 e della Circolare n.617/09.

8.1 Metodologia di calcolo

Le analisi finalizzate al dimensionamento delle strutture sono state condotte con il programma di calcolo “SCAT - Analisi Strutture Scatolari- Versione 14.0” della Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS).

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfianco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione.

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi. Il terreno di fondazione viene schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa. A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura K . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali p . Indicando con u il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u

$$u = K^{-1} p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

8.2 Azioni

Le azioni considerate per la verifica delle strutture di sostegno sono le seguenti:

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	
1	Peso Proprio
2	Permanenti
3	Spinta terreno sinistra
4	Spinta terreno destra
5	Spinta Falda
6	Sisma sinistra
7	Sisma destra
8	Ritiro e Viscosità
9	Termica
10	QCEN (+Azioni da avviamento/frenatura)
11	QLAT (+Azioni da avviamento/frenatura)

Per quanto riguarda tuttavia le condizioni 5 e 7, proposte di default dal software di calcolo utilizzato, nel caso in esame non assumono significato.

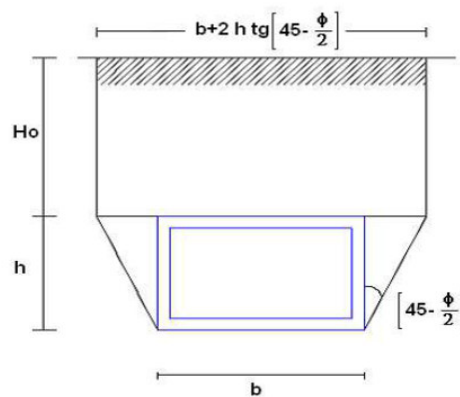
Nel seguito si andranno ad esporre in dettaglio, le valutazioni di calcolo effettuare per ciascuna delle condizioni citate.

8.2.1 Peso proprio (cond. di carico 1)

Il peso proprio delle strutture è determinato automaticamente dal programma di calcolo, avendo considerato un peso dell'unità di volume del c.a. $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$.

8.2.2 Permanenti (cond. di carico 2)

Peso proprio del terreno di ricoprimento. Per la valutazione del carico permanente in copertura, si è fatto riferimento al metodo di Terzaghi secondo il quale, il carico sul traverso si manifesta come semplice peso di una massa parabolica o ellittica di distacco.



Più in dettaglio Terzaghi fornisce due espressioni differenti della pressione a seconda della maggiore o minore altezza del ricoprimento, H_0 .

Facendo riferimento ai simboli della figura precedente, ed indicando con C la coesione, con φ l'angolo di attrito e con γ il peso di volume del terreno di ricoprimento, le due espressioni sono le seguenti:

$$p_v = \frac{\gamma B_1 - C}{K \operatorname{tg} \varphi} \left(1 - e^{-K \frac{H_0}{B_1} \operatorname{tg} \varphi} \right)$$

nella quale K è un coefficiente sperimentale, che, secondo misure eseguite dallo stesso Terzaghi è circa uguale ad 1, mentre il coefficiente B_1 , si ricava attraverso la seguente espressione:

$$B_1 = \frac{b}{2} + h \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

nella quale φ è l'angolo di attrito dello strato di rinfianco.

Il ricoprimento dato dal Ballast è invece considerato come peso permanente non strutturale G_2 sulla base del peso specifico del ballast (18 kN/m^2) valutato con uno spessore convenzionale di 0.8m : $G_2 = 18 \text{ kN/m}^2 \times 0.8\text{m} = 14.4 \text{ kN/m}^2$.

8.2.3 Spinta del terreno (cond. di carico 3/4)

Per la valutazione delle Spinte del terreno sui piedritti, in considerazione della ridotta capacità de formativa dell'opera, si è assunto che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo. L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ , su una parete di altezza H, risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente) :

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0$$

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione:

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

Dove ϕ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono:

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

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0 + p_v \cdot K_0 \cdot H$$

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

8.2.4 Spinta in presenza di falda (cond. di carico 5)

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento:

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua.

Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Nel caso in esame, in relazione a quanto specificato al paragrafo 5, il regime di spinta non è influenzato dalla presenza della falda.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	22 di 97

8.2.5 Azioni Sismiche (cond. di carico 6/7)

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato 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 .

Forze d'inerzia

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:

$$k_h = a_{ma} / g$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

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

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

Nel caso specifico, in accordo a quanto già riportato al paragrafo 6 risulta:

Condizione	Categoria sottosuolo	a_g/g	$S=S_s S_t$	a_{max}/g	β_m (-)	K_h (-)
SLV	C	0.133	1.490	0.198	1.00	0.198

dove:

- a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito,
- β è il coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 14/01/2008).

Nel caso in esame si assume $\beta=1$ in accordo alla teoria di Wood.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	23 di 97

Spinta sismica terreno

In corrispondenza di un evento sismico è necessario tener conto dell'amplificazione/deamplificazione delle spinte del terreno a monte e a valle dell'opera. Si trascurano gli effetti inerziali sulle masse che costituiscono la struttura di sostegno (DM 14/01/2008).

Le spinte del terreno in fase sismica, sono state determinate con la **teoria di Wood**, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinata con la seguente espressione: $\Delta S_E = Kh \cdot \gamma \cdot H^2$

L'effetto del sisma è ottenuto applicando un incremento di spinta del terreno valutato secondo la teoria di Wood, agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera. Utilizzando la formulazione seguente:

$$\Delta P_d = \frac{a_g}{g} \cdot S \gamma \cdot H^2 = E$$

Dove γ rappresenta il peso del volume di terreno che interagisce con l'opera, **H** rappresenta l'altezza totale dell'opera (comprensiva del tratto infisso), S è il coeff. di amplificazione locale mentre a_g è la PGA.

8.2.6 Ritiro e viscosità (cond. di carico 8)

Gli effetti del ritiro del calcestruzzo e della viscosità sono assimilati ad una variazione termica uniforme della soletta superiore.

Nello specifico, si è assunto di modellare la deformazione da ritiro totale comprensiva anche degli effetti da deformazione viscosa, attraverso l'introduzione di un carico termico uniforme nella soletta superiore di -10°C

8.2.7 Variazioni termiche della struttura (cond. di carico 9)

La variazione termica applicata sulla struttura è pari a $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$, con una variazione termica aggiuntiva a farfalla pari a $\Delta T = \pm 5^\circ\text{C}$ (variabile linearmente da - 2.5°C all'estradosso della soletta superiore, a + 2.5°C all'intradosso della soletta superiore applicata sulla soletta di copertura).

8.2.8 Azioni variabili da traffico (cond. di carico 10/11)

Il carico accidentale più sfavorevole per l'opera in esame è quello rappresentato dal treno LM71.

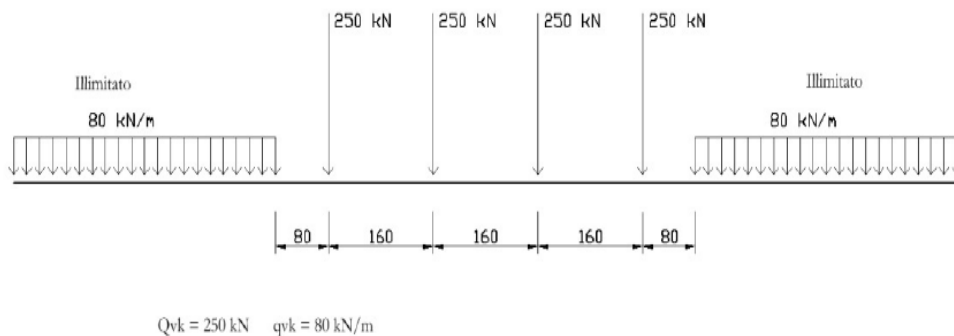


Figura 8 - Treno LM71

Il sovraccarico ferroviario (LM71) come evidente dallo schema di figura, è costituito da un totale di 4 assi del peso di 250 KN ciascuno distribuiti su una lunghezza complessiva 6.40m, nonché da carichi uniformi di 80KN/m

TRENO DI CARICO LM71	
Assi di carico "Q _{1k} "	250 kN
n° assi di carico	4
Carico illimitato "q _{1k} "	80 kN/m

Il carico equivalente si ricava dalla ripartizione trasversale e longitudinale dei carichi per effetto delle traverse e del ballast previsti dalla stessa norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

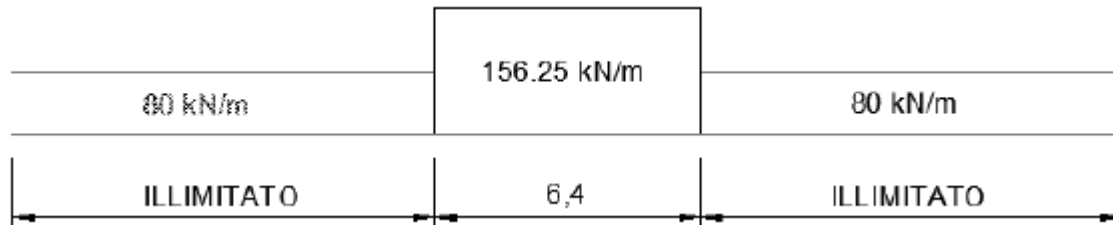
Determinazione delle larghezze di diffusione dei carichi mobili:

Considerando i 4 carichi assiali da 250 kN e la relativa distribuzione longitudinale, il carico verticale equivalente a metro lineare agente alla quota della piattaforma ferroviaria (convenzionalmente a 70 cm dal piano del ferro) risulta pari a:

$$p = \frac{4 \times 250}{4 \times 1.60} = 156.25 \text{ kPa}$$

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	25 di 97



Mentre in direzione trasversale la diffusione dei carichi attraverso Ballast avviene con pendenza 1:4, attraverso il ricoprimento con angolo di attrito mentre, nella soletta in cls con pendenza 1:1. Quindi il carico equivalente a livello dell'asse della soletta risulta pari a:

spessore Ballast+Armamento	0.80	m
spessore ricoprimento "hr"	0.67	m
spessore soletta "hs"	0.50	m
Larghezza traversina	2.4	m
Larghezza diffusione trasv. "b"	4.35	m
Qvk (a livello dell'asse della soletta)	35.9	kPa
qvk (a livello dell'asse della soletta)	18.4	kPa

I carichi effettivi di progetto vanno tuttavia valutati portando in conto anche gli eventuali effetti dinamici; attraverso la determinazione dei coefficienti $\Phi 2$ o $\Phi 3$ e del coefficiente di adattamento (α), secondo quanto specificato a riguardo nel documento RFIDTCINCPOSIFS001B.

Per la valutazione del coefficiente α si fa riferimento in particolare a quanto specificato in Tab 1.4.1.1-1 del suddetto documento, da cui risulta:

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE " α "
LM71	1.1
SW/0	1.1
SW/2	1.0

Tab 1.4.1.1-1 Coefficiente " α "

Per il calcolo del coefficiente dinamico, si fa riferimento invece alle indicazioni di cui al par. 1.4.2.5, considerando il caso di Linee con "Normale Standard Manutentivo" ovvero al coefficiente $\Phi 3$.

Per il caso delle solette di scatolare, dalla Tab 1.4.5.3-1, punto 5.4 (per sottovia di altezza libera minore o uguale di 5m) risulta: $\Phi 3 = 1.35$.

In ottemperanza al punto 2.5.1.4.2.5.2 delle norme RFI tale coefficiente viene ridotto in quanto l'altezza di ricoprimento è superiore ad 1m:

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	26 di 97

$$\phi_{(2,3),rid} = \phi_{(2,3)} - \frac{h-1,00}{10} \geq 1,00$$

Dove h, in metri, è l'altezza della copertura, incluso il ballast, dall'estradosso della struttura alla faccia superiore delle traverse.

Pertanto i carichi di progetto dinamizzati, da considerare su una fascia longitudinale di calcolo di 1m risultano i seguenti:

Coefficiente di adattamento α	1.10	
Coefficiente dinamico ϕ_3	1.35	
Coefficiente dinamico ridotto $\phi_{3,rid}$	1.30	
Carico Assi Dinamizzato $Q_{vk,din}$	51.5 kPa	$q = q_{equivalente} \times \alpha \times \phi$
Carico Illimitato Dinamizzato $q_{vk,din}$	26.4 kPa	$q = q_{equivalente} \times \alpha \times \phi$

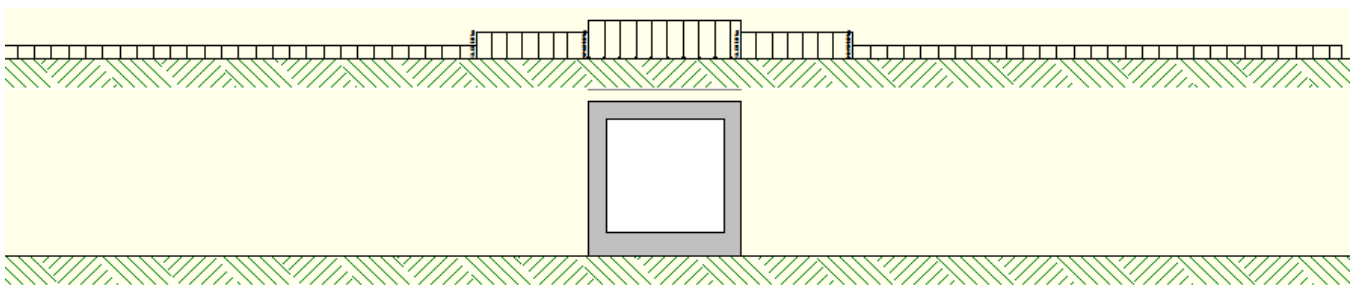
Il carico Q_{vk} è dunque applicato ad intradosso ballast su una fascia di 6.40m trascurando cautelativamente la diffusione all'interno del ballast. In direzione longitudinale la diffusione all'interno del terreno di ricoprimento, è svolta in automatico dal software di calcolo considerando come angolo di diffusione l'angolo d'attrito del terreno di rilevato ferroviario.

Si fa notare inoltre che per il carico sono state considerate due condizioni di carico:

- una prima condizione di carico (Q_{CEN}) finalizzata alla massimizzazione degli effetti flessionali su traverso ed a testa piedritti;
- una seconda condizione (Q_{LAT}) con finalità di massimizzare gli effetti flessionali in mezzeria piedritto.

In virtù degli schemi di carico considerati, per la parte di carico che ricade al di fuori dell'ingombro della struttura scatolare, non si è considerato l'effetto dinamico.

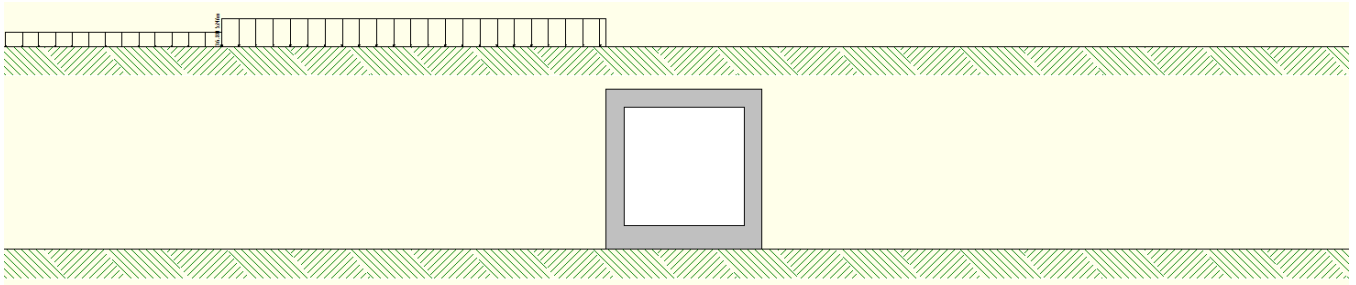
Di seguito si riportano gli schemi grafici riferiti alle due condizioni di carico citate:



Condizione di Carico QCEN

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	27 di 97



Condizione di Carico Q LAT

8.2.9 Azioni di avviamento/frenatura associati al passaggio dei treni sul traverso (cond. 10/11)

I valori caratteristici da considerare, da moltiplicare per i coefficienti di adattamento α , sono:

Avviamento:

$$Q_{1a,k} = 33 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ KN} \quad \text{per modelli di carico LM71, SW/0, SW/2}$$

Frenatura:

$$Q_{1b,k} = 20 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ KN} \quad \text{per modelli di carico LM71, SW/0}$$

$$Q_{1b,k} = 35 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \quad \text{per modelli di carico SW/2}$$

Nel caso in esame:

Avviamento Treno LM71 su traverso

<i>Avviamento a quota piattaforma</i>	33.0	KN/m
Coefficiente di adattamento α	1.1	
Larghezza diffusione trasv. "b"	4.34	m
<i>Avviamento su traverso superiore</i>	8.4	KN/m

Frenatura Treno LM71 su traverso

<i>Avviamento a quota piattaforma</i>	35.0	KN/m
Coefficiente di adattamento α	1.1	
Larghezza diffusione trasv. "b"	4.34	m
<i>Frenatura su traverso superiore</i>	8.9	KN/m

In fase progettuale, dovendo considerare una fascia di un metro in direzione trasversale, si considera nel modello unicamente l'azione massima tra quelle di avviamento e frenatura. Queste azioni tangenziali al traverso sono incluse nelle condizioni di carico 10/11.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	28 di 97

8.3 Approcci progettuali e metodi di verifica

Come prescritto dal DM 14/01/2008 per le verifiche dell'opera è stata considerata la combinazione A1-M1-R3 con i coefficienti di combinazione riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del DM 14/01/2008.

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV). Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni sono pari all'unità.

8.4 Combinazioni di carico

Sulla base della definizione dei carichi di cui sopra, in accordo a quanto prescritto dal DM 14/01/2008, sono state individuate le combinazioni di carico per le verifiche di stati limite ultimi e di esercizio in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

- combinazione fondamentale (SLU)
- combinazione sismica (SLV): il coefficiente di combinazione per il carico variabile Q_1 è pari a 0
- coefficienti di partecipazione Ψ per carichi di tipo variabile :

Variabili da traffico: $\Psi_0 = 0.80$ $\Psi_1 = 0.80$ $\Psi_2 = 0.00$ ($\Psi_2 = 0.20$ in combinazioni sismiche)

Azioni Termiche : $\Psi_0 = 0.60$ $\Psi_1 = 0.60$ $\Psi_2 = 0.50$

Per un riepilogo delle Combinazioni di Calcolo considerate nelle analisi si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato.

8.5 Carico limite di fondazioni dirette

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di **Meyerhof**, di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

- c Coesione
- ca Adesione lungo la base della fondazione ($ca \leq c$)
- θ Angolo che la retta d'azione del carico forma con la verticale
- φ Angolo d'attrito
- δ Angolo di attrito terreno fondazione
- γ Peso specifico del terreno
- K_p Coefficiente di spinta passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$
- B Larghezza della fondazione
- L Lunghezza della fondazione
- D Profondità del piano di posa della fondazione
- η inclinazione piano posa della fondazione
- P Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
- qult Carico ultimo della fondazione



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	29 di 97

Meyerhof propone per la valutazione di q_{ult} , le seguenti espressioni generali:

Carico verticale

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma$$

Carico inclinato

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot i_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

in cui d_c , d_q e d_γ sono i fattori di profondità, s_c , s_q e s_γ sono i fattori di forma, i_c , i_q e i_γ sono i fattori di inclinazione del carico,

In particolare risulta:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4 \phi)$$

Fattori di forma

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B}{L}$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_q = s_\gamma = 1$	$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 K_p \frac{B}{L}$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$d_q = d_\gamma = 1$	$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$

Fattori inclinazione del carico

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$i_\gamma = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2$

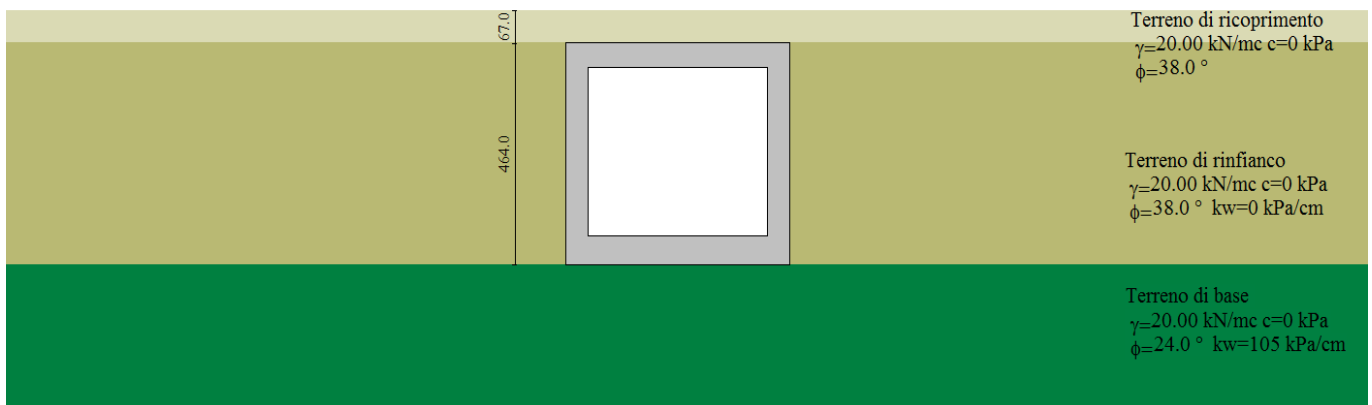
L'espressione di Meyerhof presuppone pertanto l'orizzontalità del piano di posa, condizione verificata per il caso in esame.

9. RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE

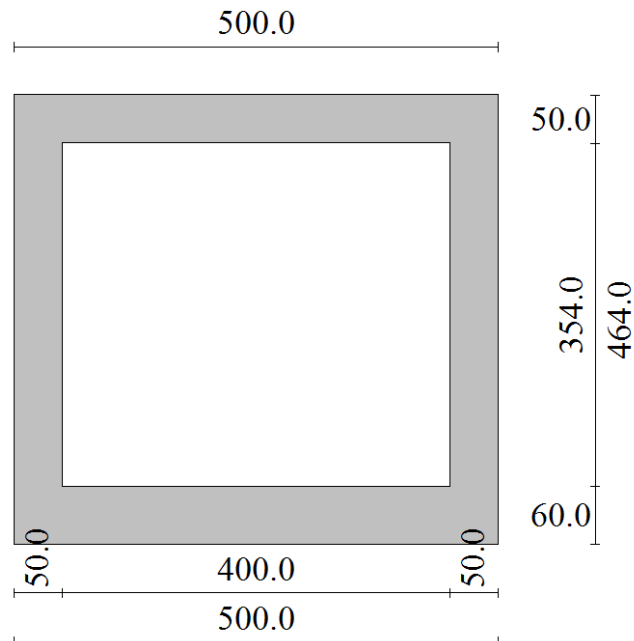
Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.11 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

9.1 MODELLO DI CALCOLO

Di seguito di riporta una descrizione del modello geometrico/geotecnico considerato ai fini del dimensionamento:



Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 1/2

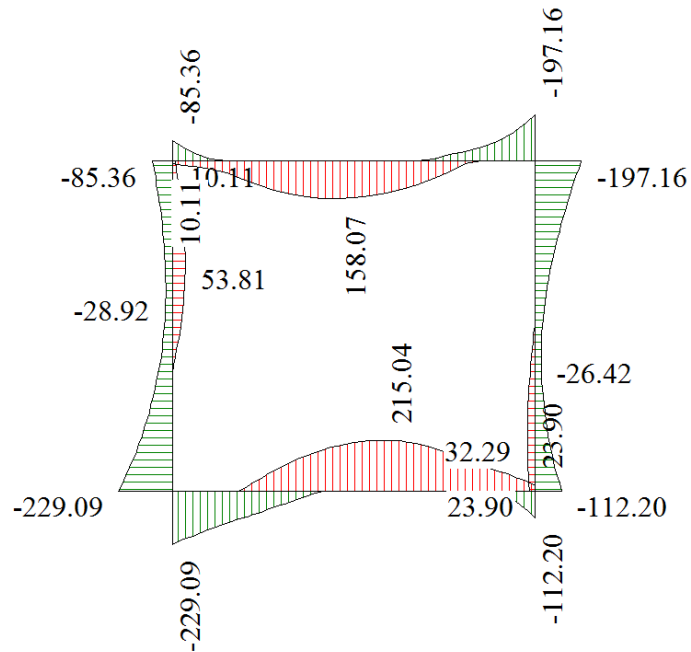


Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

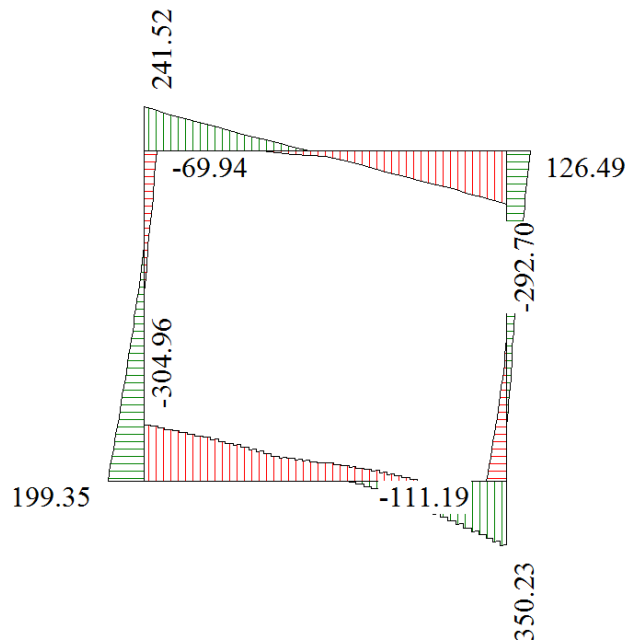
Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	31 di 97

9.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO



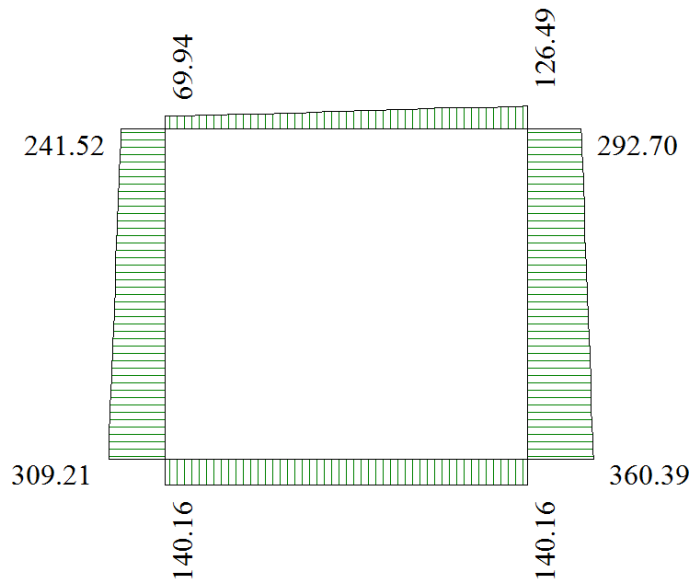
Involuppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico



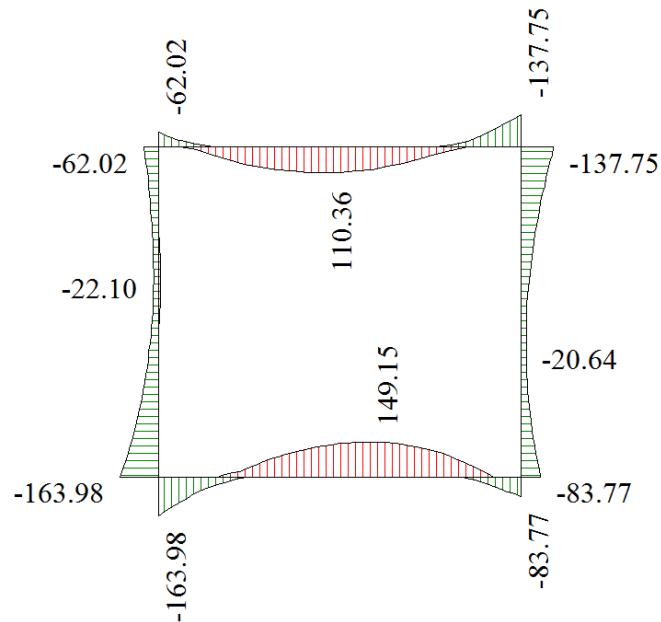
Involuppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	32 di 97



Involuppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico



Involuppo diagrammi del momento flettente – SLE



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	33 di 97

9.3 ARMATURE DI PROGETTO

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

<i>Elemento</i>	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	Af 1	Af 2	Af t
TRAVERSO	Φ18/10 cm	Φ18/10 cm	Spilli φ 8/20x20 cm
PIEDRITTI	Φ18/10 cm	Φ18/10 cm	Spilli φ 8/20x20 cm
FONDAZIONE	Φ18/10 cm	Φ18/10 cm	Spilli φ 8/20x20 cm

Af1 : Armatura lato esterno (terreno)

Af2 : Armatura lato interno

Per l'incidenza dell'opera oggetto della presente relazione di calcolo fare riferimento all'elaborato dal titolo: Tabella Incidenza Armature opere civili.

Per ulteriori dettagli circa i risultati delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo specifici per l'opera in oggetto

9.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE

Il software esegue in automatico tutte le verifiche strutturali sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio.

Per i risultati delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato. I criteri generali di verifica adottati dal Software, sono quelli esposti al paragrafo 8.1. Per quanto riguarda il taglio il programma prevede sia la verifica per elementi non armati a taglio e sia quella per elementi dotati di apposita armatura a taglio, disponendo tuttavia ferri sagomati resistenti a taglio e non staffe o tiranti. Per questo motivo le verifiche a taglio vengono eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati ad hoc sulla base del DM2008. Le sollecitazioni taglianti sono valutate a filo elementi e sono intese come involuppo tra le sollecitazioni taglianti delle varie combinazioni di calcolo considerate

VERIFICA A TAGLIO						
Sezione	V _{Ed}	b	h	V _{Rd}	Verificato	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
*Traverso	230	100	50	486.8	SI	Spilli ϕ 8/20x20 cm
*Piedritti	185	100	50	486.8	SI	Spilli ϕ 8/20x20 cm
Fondazione	335	100	60	597.4	SI	Spilli ϕ 8/20x20 cm

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori massimi pari rispettivamente a 14,9 MPa (per calcestruzzo di classe C25/30 combinazioni rare) e di 360 MPa (per acciaio B 450 C), nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di $w_1=0,2\text{mm}$ (Classe di esposizione XC2 ed armature poco sensibili).

Come si evince dai tabulati le verifiche risultano soddisfatte.

9.5 VERIFICHE GEOTECNICHE

La verifica a carico limite è stata eseguita in automatico dal software di calcolo attraverso l'utilizzo di della formula di Meyerhof. Per i risultati delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	35 di 97

10. TABULATI DI CALCOLO

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software impiegati ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Le stesse società produttrici hanno verificato l'affidabilità e la robustezza dei codici di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati sono contenuti in apposita documentazione fornita a corredo dell'acquisto del prodotto, che per brevità espositiva si omette di allegare al presente documento.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni esposte nel documento sono state inoltre sottoposte a controlli dal sottoscritto utente del software.

Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali, che per brevità espositiva si omette dall'allegare al presente documento.

Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, Il Progettista dichiara pertanto che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, validando conseguentemente i risultati dei calcoli esposti nella presente.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	36 di 97

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	4.64	[m]
Larghezza esterna	5.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.50	[m]
Spessore piedritto destro	0.50	[m]
Spessore fondazione	0.60	[m]
Spessore trasverso	0.50	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	0.67	[m]
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	38.00	[°]
Coesione	0	[kPa]

Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	38.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	25.33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	0	[kPa/cm]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	24.00	[°]



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	37 di 97

Angolo di attrito terreno struttura	24.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	105	[kPa/cm]
Tensione limite	1000	[kPa]

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R_{ck} calcestruzzo	37000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	32532520	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F_y	componente Y del carico concentrato
F_x	componente X del carico concentrato
M	momento

Forze distribuite

X_i, X_f	ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
------------	---



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	38 di 97

Y_i, Y_f	ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
V_{ni}	componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{nf}	componente normale del carico distribuito nel punto finale
V_{ti}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{tf}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
D_{te}	variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
D_{ti}	variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (Qcentrale)

Distr	Terreno	$X_i = -0.70$	$X_f = 0.00$	$V_{ni} = 35.90$	$V_{nf} = 35.90$	
Distr	Terreno	$X_i = 0.00$	$X_f = 5.00$	$V_{ni} = 51.50$	$V_{nf} = 51.50$	
Distr	Terreno	$X_i = 5.00$	$X_f = 5.70$	$V_{ni} = 35.90$	$V_{nf} = 35.90$	
Distr	Traverso	$X_i = 0.00$	$X_f = 5.00$	$V_{ni} = 0.00$	$V_{nf} = 0.00$	$V_{ti} = 8.90$ $V_{tf} = 8.90$
Distr	Terreno	$X_i = -10.70$	$X_f = -0.70$	$V_{ni} = 18.40$	$V_{nf} = 18.40$	
Distr	Terreno	$X_i = 5.70$	$X_f = 15.70$	$V_{ni} = 18.40$	$V_{nf} = 18.40$	

Condizione di carico n° 8 (Qlaterale)

Distr	Terreno	$X_i = -10.00$	$X_f = -6.40$	$V_{ni} = 18.40$	$V_{nf} = 18.40$
Distr	Terreno	$X_i = -6.40$	$X_f = 0.00$	$V_{ni} = 35.90$	$V_{nf} = 35.90$

Condizione di carico n° 9 (TERMICO)

Term	Traverso	$D_{te} = -2.50$	$D_{ti} = 2.50$
Term	Traverso	$D_{te} = -15.00$	$D_{ti} = -15.00$

Condizione di carico n° 10 (RITIRO)

Term	Traverso	$D_{te} = -10.00$	$D_{ti} = -10.00$
------	----------	-------------------	-------------------

Condizione di carico n° 11 (BALLAST)

Distr	Terreno	$X_i = -10.00$	$X_f = 15.70$	$V_{ni} = 14.40$	$V_{nf} = 14.40$
-------	---------	----------------	---------------	------------------	------------------



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	39 di 97

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 * k * (100.0 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d > (v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

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

$$V_{Rcd} = 0.9 * d * b_w * \alpha_c * f_{cd} * (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha) / (1.0 + \text{ctg}^2 \theta))$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}

$$f_{cd} = 0.5 * f_{cd}$$

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

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

Stato Limite di Esercizio

Criteria di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) 0.55 f_{ck}

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) 0.40 f_{ck}

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) 0.75 f_{yk}

Criteria verifiche a fessurazione:



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	40 di 97

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure $w_1=0.20$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 2

Copriferro sezioni 6.00 [cm]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2008

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	1.00	0.80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.45	1.15

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	41 di 97

Termici	Favorevole	γ_{efav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	42 di 97

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Qcentrale	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
BALLAST	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Qcentrale	Sfavorevole	1.45	0.75	1.09
TERMICO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
BALLAST	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Qlaterale	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
BALLAST	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	43 di 97

Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Qlaterale	Sfavorevole	1.45	0.75	1.09
TERMICO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
BALLAST	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	44 di 97

Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	45 di 97

Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	46 di 97

Combinazione n° 14 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qlaterale	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	47 di 97

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia dottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (espresse in m) positive verso destra

Y ordinate (espresse in m) positive verso l'alto

M momento espresso in kNm

V taglio espresso in kN

SN sforzo normale espresso in kN

ux spostamento direzione X espresso in cm

uy spostamento direzione Y espresso in cm

σ pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Teoria di Terzaghi

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **valore 38.00**

Metodo di calcolo della portanza

Meyerhof

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]

a Riposo [combinazione 2]

a Riposo [combinazione 3]

a Riposo [combinazione 4]

a Riposo [combinazione 5]

a Riposo [combinazione 6]

a Riposo [combinazione 7]

a Riposo [combinazione 8]

a Riposo [combinazione 9]

a Riposo [combinazione 10]

a Riposo [combinazione 11]

a Riposo [combinazione 12]

a Riposo [combinazione 13]

a Riposo [combinazione 14]

a Riposo [combinazione 15]

a Riposo [combinazione 16]

Sisma



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	48 di 97

Identificazione del sito

Latitudine	37.564000
Longitudine	14.473000
Comune	
Provincia	Enna
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	47635 - 47634 - 47856 - 47857

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	113 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$	1.31 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.49
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 19.88$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 9.94$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.57 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 8.65$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 4.33$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood
Angolo diffusione sovraccarico	38.00 [°]

Coefficienti di spinta



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	49 di 97

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.384	0.000
2	0.384	0.000
3	0.384	0.000
4	0.384	0.635
5	0.384	0.000
6	0.384	0.635
7	0.384	0.635
8	0.384	0.635
9	0.384	0.000
10	0.384	0.000
11	0.384	0.000
12	0.384	0.000
13	0.384	0.000
14	0.384	0.000
15	0.384	0.000
16	0.384	0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	48
Numero elementi trasverso	26
Numero elementi piedritto sinistro	42
Numero elementi piedritto destro	42
Numero molle fondazione	49
Numero molle piedritto sinistro	43
Numero molle piedritto destro	43



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	50 di 97

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-229.0864	-304.9601	140.1601
2.50	205.5946	-45.4235	140.1601
4.75	-106.7285	350.2321	140.1601

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-82.0043	241.5209	68.4141
2.50	155.2799	-25.5908	97.4503
4.75	-197.1629	-292.7025	126.4866

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-229.0864	169.2585	309.2063
2.34	-34.0328	28.7235	275.3636
4.39	-82.0043	-68.4141	241.5209

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-106.7285	-111.1860	360.3879
2.34	-30.4332	29.3490	326.5452
4.39	-197.1629	126.4866	292.7025

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-203.9710	-275.1600	130.3743
2.50	175.2420	-32.8369	130.3743
4.75	-112.2026	309.1140	130.3743

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-85.3586	211.7603	65.2864



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	51 di 97

2.50	127.0517	-19.1931	87.0636
4.75	-171.7275	-250.1465	108.8408

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-203.9710	152.2093	279.4457
2.34	-33.4677	21.7627	245.6030
4.39	-85.3586	-65.2864	211.7603

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-112.2026	-108.6549	317.8319
2.34	-30.7679	21.7917	283.9892
4.39	-171.7275	108.8408	250.1465

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-168.8740	-187.7098	122.1322
2.50	97.1547	-28.6119	122.1322
4.75	-75.7091	195.7859	122.1322

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-49.2705	123.0857	69.9408
2.50	64.0305	-11.6267	69.9408
4.75	-99.9179	-134.1053	69.9408

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-168.8740	157.3483	190.7710
2.34	7.1317	22.0050	156.9283
4.39	-49.2705	-69.9408	123.0857

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-75.7091	-87.0244	201.7906



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	52 di 97

2.34	-7.5626	13.1569	167.9479
4.39	-99.9179	69.9408	134.1053

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-217.7359	-116.9201	106.8534
2.50	58.0033	-95.2096	113.4321
4.75	19.4692	173.8140	120.0107

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	6.1820	71.7654	67.0602
2.50	49.3433	-32.7086	76.5474
4.75	-141.0069	-137.1827	86.0347

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-217.7359	197.9789	116.9200
2.34	29.7261	49.3862	94.3427
4.39	6.1820	-67.0602	71.7654

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	19.4692	-28.9857	182.3372
2.34	-1.9628	44.5976	159.7600
4.39	-141.0069	86.0347	137.1827

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-158.8118	-187.2223	116.8534
2.50	93.9120	-20.2283	116.8534
4.75	-88.9381	193.2794	116.8534

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-60.8082	122.9339	66.4315



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	53 di 97

2.50	58.6147	-8.7200	66.4315
4.75	-98.7938	-131.1986	66.4315

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-158.8118	143.2766	190.6192
2.34	-2.5943	16.7238	156.7766
4.39	-60.8082	-66.4315	122.9339

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-88.9381	-90.5337	198.8839
2.34	-13.6150	9.6476	165.0413
4.39	-98.7938	66.4315	131.1986

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-207.2879	-100.8149	103.6986
2.50	40.4570	-93.1942	110.2773
4.75	23.8994	152.1692	116.8560

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	10.1059	55.6602	67.1985
2.50	36.6852	-30.5519	72.6808
4.75	-127.1467	-115.0765	78.1630

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-207.2879	194.9270	100.8148
2.34	35.4225	47.7911	78.2375
4.39	10.1059	-67.1985	55.6602

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	23.8994	-25.7253	160.2310



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	54 di 97

2.34	1.4911	42.2920	137.6538
4.39	-127.1467	78.1630	115.0765

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-224.7055	-132.4014	108.2284
2.50	74.2675	-92.6304	114.8071
4.75	12.6508	189.0297	121.3858

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	4.8387	77.2813	65.6846
2.50	54.2431	-32.6750	75.1718
4.75	-142.1990	-142.6313	84.6590

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-224.7055	199.3546	132.4013
2.34	25.5696	50.7619	104.8413
4.39	4.8387	-65.6846	77.2813

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	12.6508	-30.3613	197.7514
2.34	-5.9681	43.2220	170.1914
4.39	-142.1990	84.6590	142.6313

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-214.7064	-116.2933	105.2057
2.50	58.1903	-90.2186	111.7844
4.75	16.6193	167.4710	118.3631

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	8.8541	61.1732	65.6908



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	55 di 97

2.50	41.6701	-30.5211	71.1730
4.75	-128.2601	-120.5280	76.6553

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-214.7064	196.4348	116.2933
2.34	31.0873	49.2989	88.7332
4.39	8.8541	-65.6908	61.1732

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	16.6193	-27.2331	175.6480
2.34	-2.7057	40.7842	148.0880
4.39	-128.2601	76.6553	120.5280

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-82.5139	-134.1921	76.0083
2.50	71.0443	3.5663	76.0083
4.75	-82.5139	134.1921	76.0083

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-48.1441	87.2658	37.8118
2.50	50.0299	0.0000	37.8118
4.75	-48.1441	-87.2658	37.8118

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-82.5139	76.0420	137.4031
2.34	-7.1194	3.0420	112.3344
4.39	-48.1441	-37.8118	87.2658

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-82.5139	-76.0420	137.4031



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	56 di 97

2.34	-7.1194	-3.0420	112.3344
4.39	-48.1441	37.8118	87.2658

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-146.9993	-199.9697	96.2851
2.50	129.1510	-24.2041	96.2851
4.75	-79.4915	224.9473	96.2851

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-55.1991	152.9443	46.0343
2.50	97.8691	-14.1191	62.0543
4.75	-118.7349	-181.1824	78.0743

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-146.9993	112.3478	203.0816
2.34	-20.1246	17.0836	178.0130
4.39	-55.1991	-46.0343	152.9443

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-79.4915	-80.3078	231.3197
2.34	-18.1386	14.9564	206.2511
4.39	-118.7349	78.0743	181.1824

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-113.7787	-135.2799	86.3387
2.50	69.3221	-14.9288	86.3387
4.75	-62.3774	139.7357	86.3387

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-37.1391	87.6007	46.8766

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	57 di 97

2.50	47.5246	-6.4147	46.8766
4.75	-65.0825	-93.6805	46.8766

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-113.7787	105.7766	137.7380
2.34	2.5869	13.3769	112.6694
4.39	-37.1391	-46.8766	87.6007

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-62.3774	-66.9773	143.8178
2.34	-5.5203	6.0228	118.7491
4.39	-65.0825	46.8766	93.6805

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-83.3690	-134.1933	75.8838
2.50	70.2062	3.5670	75.8838
4.75	-83.3690	134.1933	75.8838

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-49.5089	87.2658	37.9364
2.50	48.6651	0.0000	37.9364
4.75	-49.5089	-87.2658	37.9364

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-83.3690	75.9174	137.4031
2.34	-8.2294	2.9174	112.3344
4.39	-49.5089	-37.9364	87.2658

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-83.3690	-75.9174	137.4031



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	58 di 97

2.34	-8.2294	-2.9174	112.3344
4.39	-49.5089	37.9364	87.2658

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-163.9758	-216.4152	101.2297
2.50	142.8395	-31.1461	101.2297
4.75	-79.5911	247.6373	101.2297

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-58.3277	169.3640	48.2145
2.50	108.4641	-17.6488	68.2395
4.75	-137.7474	-204.6616	88.2645

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-163.9758	121.2996	219.5013
2.34	-24.4859	20.4694	194.4326
4.39	-58.3277	-48.2145	169.3640

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-79.5911	-81.2496	254.7989
2.34	-22.0034	19.5806	229.7303
4.39	-137.7474	88.2645	204.6616

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-122.4501	-135.5530	88.7967
2.50	68.0533	-19.5519	88.7967
4.75	-58.1984	141.1227	88.7967

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-35.7527	87.6845	49.2674



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	59 di 97

2.50	45.5335	-8.0184	49.2674
4.75	-70.6819	-95.2842	49.2674

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-122.4501	113.0857	137.8218
2.34	3.9035	15.8360	112.7531
4.39	-35.7527	-49.2674	87.6845

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-58.1984	-64.5864	145.4215
2.34	-6.2305	8.4136	120.3528
4.39	-70.6819	49.2674	95.2842

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-151.2750	-199.9753	95.6623
2.50	124.9603	-24.2009	95.6623
4.75	-83.7672	224.9529	95.6623

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-62.0232	152.9443	46.6573
2.50	91.0451	-14.1191	62.6773
4.75	-125.5590	-181.1824	78.6973

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-151.2750	111.7247	203.0816
2.34	-25.6745	16.4606	178.0130
4.39	-62.0232	-46.6573	152.9443

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-83.7672	-79.6847	231.3197



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	60 di 97

2.34	-23.6884	15.5794	206.2511
4.39	-125.5590	78.6973	181.1824

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-118.0544	-135.2855	85.7159
2.50	65.1313	-14.9256	85.7159
4.75	-66.6530	139.7413	85.7159

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-43.9631	87.6007	47.4997
2.50	40.7006	-6.4147	47.4997
4.75	-71.9065	-93.6805	47.4997

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-118.0544	105.1536	137.7380
2.34	-2.9630	12.7538	112.6694
4.39	-43.9631	-47.4997	87.6007

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-66.6530	-66.3542	143.8178
2.34	-11.0702	6.6459	118.7491
4.39	-71.9065	47.4997	93.6805



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	61 di 97

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	102
2.50	166
4.75	244

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	103
2.50	150
4.75	209

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	73
2.50	106
4.75	144

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	0
2.50	73
4.75	205

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	82
2.50	105
4.75	135

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	0
2.50	62
4.75	193

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	62 di 97

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	0
2.50	87
4.75	209

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	0
2.50	77
4.75	196

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	77
2.50	75
4.75	77

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	75
2.50	110
4.75	153

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	59
2.50	76
4.75	98

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	77
2.50	75
4.75	77

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	74
2.50	118



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	63 di 97

4.75 172

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	54
2.50	77
4.75	103

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	75
2.50	110
4.75	153

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	59
2.50	76
4.75	98



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	64 di 97

Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
N_u	Sforzo normale ultimo, espressa in kN
M_u	Momento ultimo, espressa in kNm
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in cm ²
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in cm ²
CS	Coeff. di sicurezza sezione
V_{Rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
V_{Rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
V_{Rd}	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm ²

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 60.00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.25	230.04 (230.04)	140.39	358.78	587.87	25.45	25.45	2.56
2	2.50	-204.81 (-214.25)	140.39	390.03	-595.21	25.45	25.45	2.78
3	4.75	107.68 (230.04)	140.39	358.78	587.87	25.45	25.45	2.56

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 50.00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.25	-82.02 (-177.66)	68.19	167.77	-437.14	25.45	25.45	2.46
2	2.50	155.26 (158.05)	97.22	282.07	458.56	25.45	25.45	2.90
3	4.75	-197.18 (-197.18)	126.26	295.19	-461.01	25.45	25.45	2.34



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	65 di 97

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-230.04 (-230.04)	309.21	728.88	-542.25	25.45	25.45	2.36
2	2.34	-34.52 (-45.98)	275.36	4986.29	-832.64	25.45	25.45	18.11
3	4.39	-82.02 (-109.02)	241.52	1514.67	-683.74	25.45	25.45	6.27

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-107.68 (-151.80)	360.39	1696.39	-714.54	25.45	25.45	4.71
2	2.34	-30.92 (-42.45)	326.55	5832.04	-758.16	25.45	25.45	17.86
3	4.39	-197.18 (-197.18)	292.70	834.23	-561.99	25.45	25.45	2.85

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	205.12 (205.12)	130.57	376.93	592.14	25.45	25.45	2.89
2	2.50	-174.24 (-180.26)	130.57	439.59	-606.85	25.45	25.45	3.37
3	4.75	113.35 (205.12)	130.57	376.93	592.14	25.45	25.45	2.89

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-85.71 (-169.56)	65.09	167.81	-437.15	25.45	25.45	2.58

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	66 di 97

2	2.50	126.70 (128.53)	86.87	313.96	464.53	25.45	25.45	3.61
3	4.75	-172.08 (-172.08)	108.64	290.52	-460.14	25.45	25.45	2.67

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-205.12 (-205.12)	279.45	742.11	-544.73	25.45	25.45	2.66
2	2.34	-34.22 (-42.91)	245.60	4836.17	-845.00	25.45	25.45	19.69
3	4.39	-85.71 (-111.48)	211.76	1196.20	-629.75	25.45	25.45	5.65

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-113.35 (-156.46)	317.83	1322.92	-651.23	25.45	25.45	4.16
2	2.34	-31.52 (-40.07)	283.99	5555.43	-783.85	25.45	25.45	19.56
3	4.39	-172.08 (-172.08)	250.15	810.50	-557.54	25.45	25.45	3.24

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	169.80 (169.80)	122.36	436.81	606.20	25.45	25.45	3.57
2	2.50	-96.31 (-102.75)	122.36	832.54	-699.13	25.45	25.45	6.80
3	4.75	76.64 (169.80)	122.36	436.81	606.20	25.45	25.45	3.57

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	67 di 97

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-49.29 (-98.04)	69.72	332.88	-468.07	25.45	25.45	4.77
2	2.50	64.01 (65.24)	69.72	542.07	507.26	25.45	25.45	7.78
3	4.75	-99.94 (-99.94)	69.72	325.58	-466.70	25.45	25.45	4.67

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-169.80 (-169.80)	190.77	577.32	-513.86	25.45	25.45	3.03
2	2.34	6.66 (11.20)	156.93	7618.79	543.86	25.45	25.45	48.55
3	4.39	-49.29 (-76.90)	123.09	927.44	-579.45	25.45	25.45	7.53

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-76.64 (-99.94)	201.79	1310.72	-649.16	25.45	25.45	6.50
2	2.34	-8.04 (-13.16)	167.95	7377.23	-578.10	25.45	25.45	43.93
3	4.39	-99.94 (-99.94)	134.11	727.20	-541.94	25.45	25.45	5.42

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	218.45 (218.45)	107.04	278.86	569.10	25.45	25.45	2.61
2	2.50	-57.31 (-103.59)	113.62	744.02	-678.35	25.45	25.45	6.55
3	4.75	-18.75 (-103.22)	120.20	807.18	-693.18	25.45	25.45	6.72



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	68 di 97

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	6.23 (34.65)	66.87	1224.76	634.59	25.45	25.45	18.31
2	2.50	49.39 (60.85)	76.36	665.61	530.40	25.45	25.45	8.72
3	4.75	-140.96 (-140.96)	85.85	278.91	-457.96	25.45	25.45	3.25

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-218.45 (-218.45)	116.92	241.34	-450.93	25.45	25.45	2.06
2	2.34	29.39 (48.95)	94.34	1222.08	634.14	25.45	25.45	12.95
3	4.39	6.23 (32.71)	71.77	1491.35	679.78	25.45	25.45	20.78

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	18.75 (28.86)	182.34	5167.01	817.77	25.45	25.45	28.34
2	2.34	-2.30 (-19.89)	159.76	5979.51	-744.30	25.45	25.45	37.43
3	4.39	-140.96 (-140.96)	137.18	482.88	-496.17	25.45	25.45	3.52

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	159.95 (159.95)	117.05	445.02	608.13	25.45	25.45	3.80



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	69 di 97

2	2.50	-92.86 (-96.55)	117.05	853.59	-704.08	25.45	25.45	7.29
3	4.75	90.07 (159.95)	117.05	445.02	608.13	25.45	25.45	3.80

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-61.16 (-99.15)	66.24	309.84	-463.76	25.45	25.45	4.68
2	2.50	58.26 (58.92)	66.24	577.78	513.95	25.45	25.45	8.72
3	4.75	-99.15 (-99.15)	66.24	309.84	-463.76	25.45	25.45	4.68

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-159.95 (-159.95)	190.62	622.50	-522.33	25.45	25.45	3.27
2	2.34	-3.34 (-10.04)	156.78	7879.57	-504.37	25.45	25.45	50.26
3	4.39	-61.16 (-87.39)	122.93	774.93	-550.88	25.45	25.45	6.30

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-90.07 (-99.15)	198.88	1297.81	-646.98	25.45	25.45	6.53
2	2.34	-14.36 (-18.10)	165.04	6388.58	-700.74	25.45	25.45	38.71
3	4.39	-99.15 (-99.15)	131.20	713.83	-539.43	25.45	25.45	5.44

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	70 di 97

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	208.01 (208.01)	103.89	284.95	570.53	25.45	25.45	2.74
2	2.50	-39.76 (-85.06)	110.47	941.07	-724.62	25.45	25.45	8.52
3	4.75	-23.18 (-97.14)	117.05	846.33	-702.37	25.45	25.45	7.23

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 6 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	10.15 (32.19)	67.01	1373.25	659.76	25.45	25.45	20.49
2	2.50	36.73 (48.83)	72.49	834.36	562.01	25.45	25.45	11.51
3	4.75	-127.10 (-127.10)	77.98	281.23	-458.40	25.45	25.45	3.61

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-208.01 (-208.01)	100.81	216.28	-446.23	25.45	25.45	2.15
2	2.34	35.09 (53.62)	78.24	814.56	558.30	25.45	25.45	10.41
3	4.39	10.15 (36.69)	55.66	859.83	566.78	25.45	25.45	15.45

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 6 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	23.18 (31.70)	160.23	4427.87	876.00	25.45	25.45	27.63
2	2.34	1.15 (17.83)	137.65	5844.66	756.98	25.45	25.45	42.46
3	4.39	-127.10 (-127.10)	115.08	442.36	-488.58	25.45	25.45	3.84



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	71 di 97

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	225.43 (225.43)	108.42	273.05	567.74	25.45	25.45	2.52
2	2.50	-73.59 (-118.62)	115.00	632.19	-652.08	25.45	25.45	5.50
3	4.75	-11.93 (-103.80)	121.58	813.72	-694.72	25.45	25.45	6.69

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 7 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	4.89 (35.49)	65.50	1144.29	620.07	25.45	25.45	17.47
2	2.50	54.29 (65.14)	74.98	595.45	517.26	25.45	25.45	7.94
3	4.75	-142.15 (-142.15)	84.47	271.28	-456.53	25.45	25.45	3.21

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-225.43 (-225.43)	132.40	267.75	-455.87	25.45	25.45	2.02
2	2.34	25.23 (45.41)	104.84	1619.74	701.54	25.45	25.45	15.45
3	4.39	4.89 (30.82)	77.28	1850.83	738.22	25.45	25.45	23.95

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	11.93 (23.03)	197.75	6194.42	721.42	25.45	25.45	31.32



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	72 di 97

2	2.34	-6.31 (-23.35)	170.19	5649.80	-775.08	25.45	25.45	33.20
3	4.39	-142.15 (-142.15)	142.63	501.31	-499.63	25.45	25.45	3.51

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	215.43 (215.43)	105.40	278.37	568.99	25.45	25.45	2.64
2	2.50	-57.50 (-101.36)	111.97	751.29	-680.05	25.45	25.45	6.71
3	4.75	-15.90 (-97.29)	118.55	859.71	-705.52	25.45	25.45	7.25

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 8 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	8.90 (33.13)	65.50	1269.94	642.25	25.45	25.45	19.39
2	2.50	41.72 (53.35)	70.99	719.12	540.43	25.45	25.45	10.13
3	4.75	-128.21 (-128.21)	76.47	272.41	-456.74	25.45	25.45	3.56

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-215.43 (-215.43)	116.29	243.66	-451.36	25.45	25.45	2.10
2	2.34	30.75 (50.35)	88.73	1067.43	605.67	25.45	25.45	12.03
3	4.39	8.90 (34.84)	61.17	1061.44	604.55	25.45	25.45	17.35

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	73 di 97

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	15.90 (25.44)	175.65	5467.44	792.03	25.45	25.45	31.13
2	2.34	-3.04 (-19.12)	148.09	5855.43	-755.98	25.45	25.45	39.54
3	4.39	-128.21 (-128.21)	120.53	462.92	-492.43	25.45	25.45	3.84

Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
A _{fi}	Area armatura inferiore, espressa in cmq
A _{fs}	Area armatura superiore, espressa in cmq
σ _{fi}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in kPa
σ _{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in kPa
σ _c	Tensione nel calcestruzzo, espresse in kPa
τ _c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in kPa
A _{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	83.24	76.20	25.45	25.45	18249	53289	1813
2	2.50	-70.38	76.20	25.45	25.45	42995	15770	1541
3	4.75	83.24	76.20	25.45	25.45	18249	53289	1813

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	-134.20	-292
2	2.50	0.00	3.57	8

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	74 di 97

3 4.75 0.00 134.20 292

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-48.09	37.62	25.45	25.45	41269	13080	1444
2	2.50	50.08	37.62	25.45	25.45	13561	43254	1502
3	4.75	-48.09	37.62	25.45	25.45	41269	13080	1444

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	87.27	233
2	2.50	0.00	0.00	0
3	4.75	0.00	-87.27	-233

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-83.24	137.40	25.45	25.45	58631	25144	2558
2	2.34	-7.46	112.33	25.45	25.45	1310	4538	336
3	4.39	-48.09	87.27	25.45	25.45	32530	14772	1483

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	76.23	204
2	2.34	0.00	3.23	9
3	4.39	0.00	-37.62	-101

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	75 di 97

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-83.24	137.40	25.45	25.45	58631	25144	2558
2	2.34	-7.46	112.33	25.45	25.45	1310	4538	336
3	4.39	-48.09	87.27	25.45	25.45	32530	14772	1483

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-76.23	-204
2	2.34	0.00	-3.23	-9
3	4.39	0.00	37.62	101

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	147.74	96.48	25.45	25.45	31193	101462	3185
2	2.50	-128.52	96.48	25.45	25.45	86016	27530	2782
3	4.75	80.23	96.48	25.45	25.45	18245	47357	1763

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	-199.97	-436
2	2.50	0.00	-24.20	-53
3	4.75	0.00	224.95	490

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	76 di 97

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-55.15	45.84	25.45	25.45	46830	15099	1659
2	2.50	97.92	61.86	25.45	25.45	26066	86712	2925
3	4.75	-118.68	77.88	25.45	25.45	104567	31705	3548

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	152.94	409
2	2.50	0.00	-14.12	-38
3	4.75	0.00	-181.18	-484

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-147.74	203.08	25.45	25.45	111138	43297	4512
2	2.34	-20.47	178.01	25.45	25.45	21	9132	705
3	4.39	-55.15	152.94	25.45	25.45	28727	18383	1721

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	112.54	301
2	2.34	0.00	17.28	46
3	4.39	0.00	-45.84	-123

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-80.23	231.32	25.45	25.45	40448	26956	2507
2	2.34	-18.48	206.25	25.45	25.45	1369	9367	709



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	77 di 97

3	4.39	-118.68	181.18	25.45	25.45	86134	35377	3638
---	------	---------	--------	-------	-------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-80.50	-215
2	2.34	0.00	14.76	39
3	4.39	0.00	77.88	208

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	114.51	86.53	25.45	25.45	24547	76539	2479
2	2.50	-68.65	86.53	25.45	25.45	39842	15719	1511
3	4.75	63.11	86.53	25.45	25.45	14632	35435	1393

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	-135.28	-295
2	2.50	0.00	-14.93	-33
3	4.75	0.00	139.74	304

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-37.09	46.69	25.45	25.45	28657	10724	1129
2	2.50	47.57	46.69	25.45	25.45	13289	39109	1437
3	4.75	-65.03	46.69	25.45	25.45	56565	17527	1948

Verifiche taglio



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	78 di 97

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	87.60	234
2	2.50	0.00	-6.41	-17
3	4.75	0.00	-93.68	-250

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-114.51	137.74	25.45	25.45	89605	32887	3482
2	2.34	2.25	112.67	25.45	25.45	3419	2446	238
3	4.39	-37.09	87.60	25.45	25.45	21726	11973	1153

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	105.97	283
2	2.34	0.00	13.57	36
3	4.39	0.00	-46.69	-125

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-63.11	143.82	25.45	25.45	37811	20230	1960
2	2.34	-5.86	118.75	25.45	25.45	1823	4359	317
3	4.39	-65.03	93.68	25.45	25.45	48172	19202	1989

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-67.17	-180
2	2.34	0.00	5.83	16

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	79 di 97

3 4.39 0.00 46.69 125

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	84.14	76.07	25.45	25.45	18418	54031	1832
2	2.50	-69.50	76.07	25.45	25.45	42314	15596	1522
3	4.75	84.14	76.07	25.45	25.45	18418	54031	1832

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	-134.20	-292
2	2.50	0.00	3.57	8
3	4.75	0.00	134.20	292

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-49.53	37.75	25.45	25.45	42679	13432	1486
2	2.50	48.65	37.75	25.45	25.45	13218	41796	1460
3	4.75	-49.53	37.75	25.45	25.45	42679	13432	1486

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	87.27	233
2	2.50	0.00	0.00	0
3	4.75	0.00	-87.27	-233

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	80 di 97

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-84.14	137.40	25.45	25.45	59518	25368	2585
2	2.34	-8.63	112.33	25.45	25.45	1058	4790	359
3	4.39	-49.53	87.27	25.45	25.45	33941	15132	1525

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	76.10	203
2	2.34	0.00	3.10	8
3	4.39	0.00	-37.75	-101

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-84.14	137.40	25.45	25.45	59518	25368	2585
2	2.34	-8.63	112.33	25.45	25.45	1058	4790	359
3	4.39	-49.53	87.27	25.45	25.45	33941	15132	1525

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-76.10	-203
2	2.34	0.00	-3.10	-8
3	4.39	0.00	37.75	101

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	81 di 97

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	164.76	101.42	25.45	25.45	34588	114260	3546
2	2.50	-142.17	101.42	25.45	25.45	96102	30289	3073
3	4.75	80.38	101.42	25.45	25.45	18406	46627	1769

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	-216.42	-472
2	2.50	0.00	-31.15	-68
3	4.75	0.00	247.64	540

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-58.34	48.03	25.45	25.45	49630	15957	1754
2	2.50	108.45	68.05	25.45	25.45	28850	96118	3239
3	4.75	-137.76	88.08	25.45	25.45	121803	36712	4116

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	169.36	453
2	2.50	0.00	-17.65	-47
3	4.75	0.00	-204.66	-547

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-164.76	219.50	25.45	25.45	125168	48051	5027
2	2.34	-24.89	194.43	25.45	25.45	941	10625	830



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	82 di 97

3	4.39	-58.34	169.36	25.45	25.45	29239	19629	1823
---	------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	121.49	325
2	2.34	0.00	20.66	55
3	4.39	0.00	-48.03	-128

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-80.38	254.80	25.45	25.45	37089	27532	2516
2	2.34	-22.41	229.73	25.45	25.45	1113	10833	825
3	4.39	-137.76	204.66	25.45	25.45	100963	40880	4218

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-81.44	-218
2	2.34	0.00	19.39	52
3	4.39	0.00	88.08	235

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	123.22	88.98	25.45	25.45	26286	83100	2664
2	2.50	-67.34	88.98	25.45	25.45	38381	15527	1484
3	4.75	58.97	88.98	25.45	25.45	13878	31748	1305

Verifiche taglio

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	83 di 97

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	-135.56	-295
2	2.50	0.00	-19.55	-43
3	4.75	0.00	141.13	307

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-35.77	49.08	25.45	25.45	26925	10481	1092
2	2.50	45.51	49.08	25.45	25.45	12872	36624	1379
3	4.75	-70.70	49.08	25.45	25.45	61800	18991	2116

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	87.68	234
2	2.50	0.00	-8.02	-21
3	4.75	0.00	-95.28	-255

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-123.22	137.82	25.45	25.45	98273	35025	3738
2	2.34	3.51	112.75	25.45	25.45	3694	2176	262
3	4.39	-35.77	87.68	25.45	25.45	20441	11633	1113

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	113.27	303
2	2.34	0.00	16.02	43



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	84 di 97

3 4.39 0.00 -49.08 -131

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-58.97	145.42	25.45	25.45	33557	19199	1835
2	2.34	-6.63	120.35	25.45	25.45	1699	4566	335
3	4.39	-70.70	95.28	25.45	25.45	53519	20656	2158

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-64.77	-173
2	2.34	0.00	8.23	22
3	4.39	0.00	49.08	131

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	152.23	95.83	25.45	25.45	32026	105188	3278
2	2.50	-124.11	95.83	25.45	25.45	82597	26669	2689
3	4.75	84.72	95.83	25.45	25.45	19099	51050	1858

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	-199.98	-436
2	2.50	0.00	-24.20	-53
3	4.75	0.00	224.96	490

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	85 di 97

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-62.31	46.50	25.45	25.45	53880	16862	1869
2	2.50	90.75	62.52	25.45	25.45	24358	79417	2716
3	4.75	-125.85	78.54	25.45	25.45	111622	33463	3758

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	152.94	409
2	2.50	0.00	-14.12	-38
3	4.75	0.00	-181.18	-484

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-152.23	203.08	25.45	25.45	115598	44405	4645
2	2.34	-26.30	178.01	25.45	25.45	2454	10691	851
3	4.39	-62.31	152.94	25.45	25.45	35576	20269	1939

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	111.89	299
2	2.34	0.00	16.62	44
3	4.39	0.00	-46.50	-124

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	86 di 97

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-84.72	231.32	25.45	25.45	44694	28152	2644
2	2.34	-24.31	206.25	25.45	25.45	224	10730	831
3	4.39	-125.85	181.18	25.45	25.45	93239	37155	3850

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-79.85	-213
2	2.34	0.00	15.42	41
3	4.39	0.00	78.54	210

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	119.00	85.88	25.45	25.45	25383	80261	2573
2	2.50	-64.25	85.88	25.45	25.45	36452	14840	1417
3	4.75	67.60	85.88	25.45	25.45	15495	39112	1488

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	-135.29	-295
2	2.50	0.00	-14.93	-33
3	4.75	0.00	139.75	304

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-44.26	47.34	25.45	25.45	35682	12503	1341
2	2.50	40.41	47.34	25.45	25.45	11561	31844	1228



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	87 di 97

3	4.75	-72.20	47.34	25.45	25.45	63619	19286	2158
---	------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.00	87.60	234
2	2.50	0.00	-6.41	-17
3	4.75	0.00	-93.68	-250

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-119.00	137.74	25.45	25.45	94077	33988	3614
2	2.34	-3.58	112.67	25.45	25.45	2158	3707	263
3	4.39	-44.26	87.60	25.45	25.45	28705	13811	1368

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	105.31	282
2	2.34	0.00	12.91	35
3	4.39	0.00	-47.34	-127

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-67.60	143.82	25.45	25.45	42177	21384	2095
2	2.34	-11.69	118.75	25.45	25.45	549	5624	428
3	4.39	-72.20	93.68	25.45	25.45	55291	20971	2201

Verifiche taglio



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	88 di 97

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-66.51	-178
2	2.34	0.00	6.49	17
3	4.39	0.00	47.34	127

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	89 di 97

Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X_i	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M_p	Momento, espresse in kNm
M_n	Momento, espresse in kNm
w_k	Ampiezza fessure, espresse in mm
w_{lim}	Apertura limite fessure, espresse in mm
s	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	25.45	25.45	203.43	-203.43	164.76	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.50	25.45	25.45	203.43	-203.43	-142.17	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.75	25.45	25.45	203.43	-203.43	80.38	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	25.45	25.45	143.12	-143.12	-58.34	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.50	25.45	25.45	143.12	-143.12	108.45	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.75	25.45	25.45	143.12	-143.12	-137.76	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	25.45	25.45	143.12	-143.12	-164.76	0.08	100.00	186.52	0.024
2	2.34	25.45	25.45	143.12	-143.12	-24.89	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.39	25.45	25.45	143.12	-143.12	-58.34	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	25.45	25.45	143.12	-143.12	-80.38	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.34	25.45	25.45	143.12	-143.12	-22.41	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.39	25.45	25.45	143.12	-143.12	-137.76	0.00	100.00	0.00	0.000

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	90 di 97

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	25.45	25.45	203.43	-203.43	123.22	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.50	25.45	25.45	203.43	-203.43	-67.34	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.75	25.45	25.45	203.43	-203.43	58.97	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	25.45	25.45	143.12	-143.12	-35.77	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.50	25.45	25.45	143.12	-143.12	45.51	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.75	25.45	25.45	143.12	-143.12	-70.70	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	25.45	25.45	143.12	-143.12	-123.22	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.34	25.45	25.45	143.12	-143.12	3.51	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.39	25.45	25.45	143.12	-143.12	-35.77	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 14 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	25.45	25.45	143.12	-143.12	-58.97	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.34	25.45	25.45	143.12	-143.12	-6.63	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.39	25.45	25.45	143.12	-143.12	-70.70	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	25.45	25.45	203.43	-203.43	152.23	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.50	25.45	25.45	203.43	-203.43	-124.11	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.75	25.45	25.45	203.43	-203.43	84.72	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
----	---	-----------------	-----------------	----------------	----------------	---	---	------------------	----------------	-----------------

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	91 di 97

1	0.25	25.45	25.45	143.12	-143.12	-62.31	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.50	25.45	25.45	143.12	-143.12	90.75	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.75	25.45	25.45	143.12	-143.12	-125.85	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	25.45	25.45	143.12	-143.12	-152.23	0.07	100.00	186.52	0.022
2	2.34	25.45	25.45	143.12	-143.12	-26.30	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.39	25.45	25.45	143.12	-143.12	-62.31	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	25.45	25.45	143.12	-143.12	-84.72	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.34	25.45	25.45	143.12	-143.12	-24.31	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.39	25.45	25.45	143.12	-143.12	-125.85	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	25.45	25.45	203.43	-203.43	119.00	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.50	25.45	25.45	203.43	-203.43	-64.25	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.75	25.45	25.45	203.43	-203.43	67.60	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	25.45	25.45	143.12	-143.12	-44.26	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.50	25.45	25.45	143.12	-143.12	40.41	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.75	25.45	25.45	143.12	-143.12	-72.20	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	25.45	25.45	143.12	-143.12	-119.00	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.34	25.45	25.45	143.12	-143.12	-3.58	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.39	25.45	25.45	143.12	-143.12	-44.26	0.00	100.00	0.00	0.000



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	92 di 97

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.30	25.45	25.45	143.12	-143.12	-67.60	0.00	100.00	0.00	0.000
2	2.34	25.45	25.45	143.12	-143.12	-11.69	0.00	100.00	0.00	0.000
3	4.39	25.45	25.45	143.12	-143.12	-72.20	0.00	100.00	0.00	0.000

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.25	-230.04	-83.24	-304.97	-100.81	76.07	140.39
2.50	39.76	204.81	-95.23	3.57	76.07	140.39
4.75	-113.35	23.18	134.20	350.24	76.07	140.39

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.25	-85.71	10.15	55.66	241.52	37.62	69.72
2.50	36.73	155.26	-32.71	0.00	37.62	97.22
4.75	-197.18	-48.09	-292.70	-87.27	37.62	126.26

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.30	-230.04	-83.24	76.10	199.54	100.81	309.21
2.34	-34.52	35.09	3.10	50.95	78.24	275.36
4.39	-85.71	10.15	-69.72	-37.62	55.66	241.52

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.30	-113.35	23.18	-111.41	-25.91	137.40	360.39
2.34	-31.52	1.15	-3.23	44.41	112.33	326.55
4.39	-197.18	-48.09	37.62	126.26	87.27	292.70

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	93 di 97

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{\min} [kPa]	σ_{\max} [kPa]
0.25	0	103
2.50	62	166
4.75	77	243

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.25	25.45	25.45	2.52
2.50	25.45	25.45	2.78
4.75	25.45	25.45	2.56

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Red}	A_{sw}
0.25	274.80	0.00	0.00	0.00
2.50	274.80	0.00	0.00	0.00
4.75	274.80	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.25	25.45	25.45	2.46
2.50	25.45	25.45	2.90
4.75	25.45	25.45	2.34

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Red}	A_{sw}

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	94 di 97

0.25	241.30	0.00	0.00	0.00
2.50	245.14	0.00	0.00	0.00
4.75	248.97	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.30	25.45	25.45	2.02
2.34	25.45	25.45	10.41
4.39	25.45	25.45	5.65

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.30	273.12	0.00	0.00	0.00
2.34	268.65	0.00	0.00	0.00
4.39	264.18	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.30	25.45	25.45	4.16
2.34	25.45	25.45	17.86
4.39	25.45	25.45	2.85

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.30	279.87	0.00	0.00	0.00
2.34	275.41	0.00	0.00	0.00
4.39	270.94	0.00	0.00	0.00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	95 di 97

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.25	25.45	25.45	3546	114260	34588
2.50	25.45	25.45	3073	30289	96102
4.75	25.45	25.45	1858	54031	19099

X	τ _c	A _{sw}
0.25	-472	0.00
2.50	-68	0.00
4.75	540	0.00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.25	25.45	25.45	1869	16862	53880
2.50	25.45	25.45	3239	96118	28850
4.75	25.45	25.45	4116	36712	121803

X	τ _c	A _{sw}
0.25	453	0.00
2.50	-47	0.00
4.75	-547	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.30	25.45	25.45	5027	48051	125168
2.34	25.45	25.45	851	10691	3694
4.39	25.45	25.45	1939	20269	35576



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI
 Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	96 di 97

Y	τ_c	A_{sw}
0.30	325	0.00
2.34	55	0.00
4.39	-131	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	25.45	25.45	2644	28152	59518
2.34	25.45	25.45	831	10833	1823
4.39	25.45	25.45	4218	40880	100963

Y	τ_c	A_{sw}
0.30	-218	0.00
2.34	52	0.00
4.39	235	0.00



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI
Tombini ferroviari e stradali

Tombino alla pk. 17+933: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3700 001	A	97 di 97

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

IC Indice della combinazione

N_c, N_q, N_γ Fattori di capacità portante

N_c, N_q, N_γ Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.

q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]

Q_U Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m

Q_γ Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m

FS Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ	q_u	Q_U	Q_γ	FS
1	19.32	9.60	5.72	23.21	10.11	4.45	1134	5670.70	758.96	7.47
2	19.32	9.60	5.72	23.62	10.29	4.79	1194	5970.90	686.64	8.70
3	19.32	9.60	5.72	21.13	9.21	2.85	1010	5052.18	481.93	10.48
4	19.32	9.60	5.72	12.60	5.49	0.10	336	1680.41	358.87	4.68
5	19.32	9.60	5.72	22.19	9.67	3.62	1119	5593.10	478.87	11.68
6	19.32	9.60	5.72	11.54	5.03	0.37	301	1504.54	320.66	4.69
7	19.32	9.60	5.72	13.65	5.95	0.00	391	1953.93	402.93	4.85
8	19.32	9.60	5.72	12.74	5.55	0.08	356	1779.45	364.72	4.88