

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

TOMBINI IDRAULICI

IN38A-D Tombino alla pk 18+050

Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 78 CL IN3800 001 A

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

File:RS3E50D78CLIN3800001A.doc

n. Elab.: 674

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Palermo
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Dario Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10472



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	2 di 106

INDICE

1.	GENERALITA'	4
2.	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	4
3.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
4.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	8
4.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	8
5.	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA	9
5.1	INTERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE	10
6.	CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	11
6.1	VITA NOMINALE	12
6.2	CLASSE D'USO	13
6.3	PERIODO DI RIFERIMENTO	14
6.4	VALUTAZIONE DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	14
6.5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRENO	15
6.6	PARAMETRI SISMICI DI CALCOLO	16
7.	MATERIALI	17
8.	CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE	19
8.1	METODOLOGIA DI CALCOLO	19
8.2	AZIONI	20
	8.2.1 Peso proprio (cond. di carico 1)	21
	8.2.2 Permanenti (cond. di carico 2)	21
	8.2.3 Spinta del terreno (cond. di carico 3/4)	22
	8.2.4 Spinta in presenza di falda (cond. di carico 5)	22
	8.2.5 Azioni Sismiche (cond. di carico 6/7)	23
	8.2.6 Ritiro e viscosità (cond. di carico 8)	24
	8.2.7 Variazioni termiche della struttura (cond. di carico 9)	24
	8.2.8 Azioni variabili da traffico (cond. di carico 10/11)	25
	8.2.9 Azioni di avviamento/frenatura associati al passaggio dei treni sul traverso (cond. 10/11)	28
8.3	APPROCCI PROGETTUALI E METODI DI VERIFICA	29
8.4	COMBINAZIONI DI CARICO	29



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	3 di 106

8.5	CARICO LIMITE DI FONDAZIONI DIRETTE	29
9.	RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE	31
9.1	MODELLO DI CALCOLO.....	31
9.2	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO.....	32
9.3	ARMATURE DI PROGETTO.....	34
9.4	VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE.....	34
9.5	VERIFICHE GEOTECNICHE	35
10.	TABULATI DI CALCOLO	36



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	4 di 106

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 IN38 previsto lungo l'asse principale di progetto in corrispondenza della pk 18+050.

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)	Sp (m)	St (m)	Sf (m)	r (m)
IN38	Tombino scatolare	18+050	B - B	Linea PA-CT	3.00	3.50	0.60	0.60	0.70	5.34
			C - C	Linea Variante	3.00	4.02	0.60	0.60	0.70	3.85
			D - D	Viabilità NI06	3.00	2.91	0.60	0.60	0.70	0.60

Dove si è indicato con:

B : Larghezza netta interna dell'opera

H : Altezza netta interna dell'opera

Sp, St, Sf : Spessore piedritti, trasverso, fondazione

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

*Per le interferenze con le linee ferroviarie. 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. E-E, che risulta essere la più gravosa per condizioni di carico tra quelle presenti lungo lo sviluppo dell'opera.

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	5 di 106

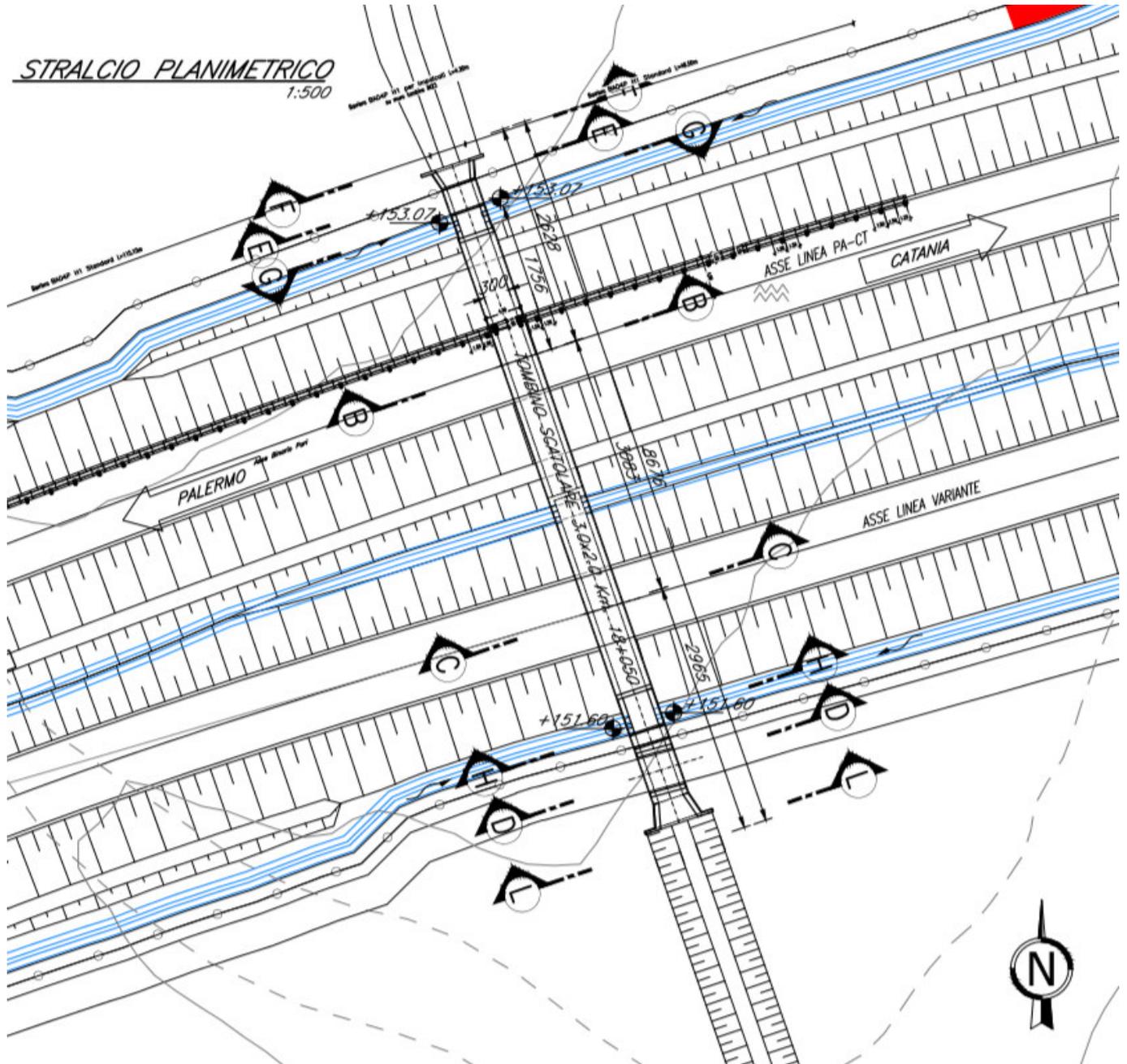


Figura 1 – Inquadramento planimetrico

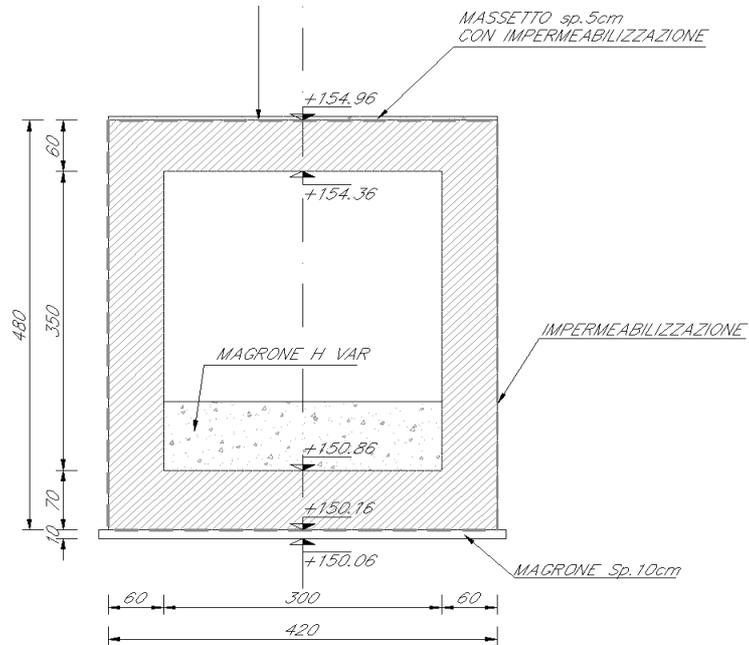


Figura 2 – Sezione trasversale B-B

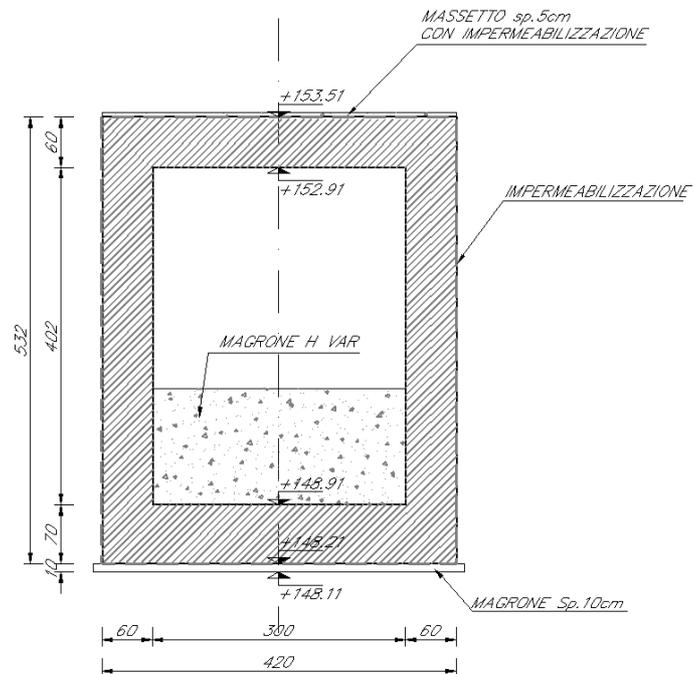


Figura 3 – Sezione trasversale C-C

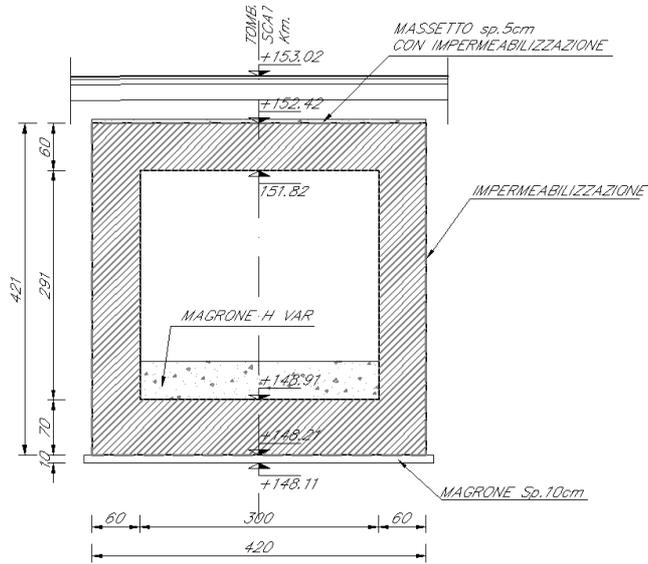


Figura 4 – Sezione trasversale D-D

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI Tombini ferroviari e stradali					
	Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IN3800 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 presenta le seguenti proprietà:

Unità bbc – Depositi alluvionali recenti coesivi (limoso argilloso)

$\gamma_{\text{nat}} = 19.0 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 10 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 19 \div 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 40 \div 250 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$k = 5 \cdot 10^{-8} \div 4 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$	coefficiente di permeabilità
$G_0 = 25 \div 150 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_0 = 70 \div 350 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

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_0).

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 $\varphi' = 38^\circ$;

Il livello di falda locale è posto cautelativamente in corrispondenza del 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	bbc	19.5	23	5	80	11233

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

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 $E = E_0 / (3 \div 5)$.

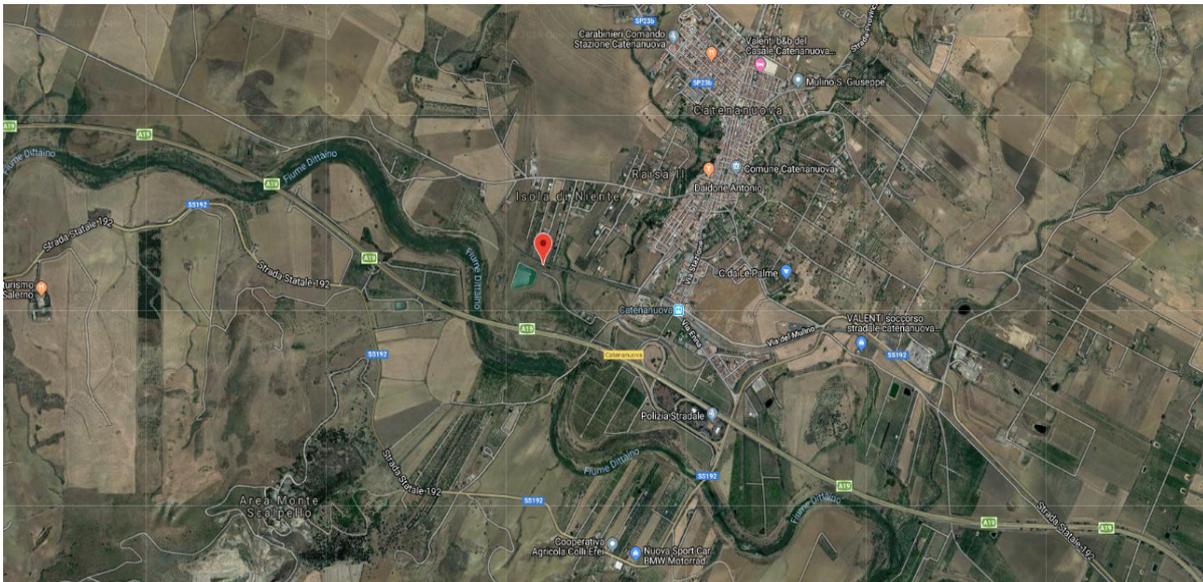
Di seguito si riportano, in forma tabellare, i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, sulla scorta del valore di progetto di E attribuito allo strato di Fondazione, avendo considerato una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaboranti:

$E'(\text{KN/m}^2) =$	80000
$n =$	0.25
$B \text{ (m)} =$	4.2
$L \text{ (m)} =$	24.4
$c_t =$	1.81
$K_w \text{ [kN/m}^3] =$	11233

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

37.573

LONGITUDINE

14.64

COMUNE

Regalbuto

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 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	12 di 106

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, coprigiunti 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 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IN3800 001	REV. A

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 [C _U]
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 C_U=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_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

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

da cui si ottiene la seguente Tabella:

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

	STATO LIMITE	probabilità di superamento P_{VR}	Valori in anni del periodo di ritorno T_R
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	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

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

B

CATEGORIA TOPOGRAFICA

T1

6.6 Parametri sismici di calcolo

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.161 g
F_0	2.524
T_C^*	0.534 s
S_S	1.200
C_C	1.247
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.222 s
T_C	0.666 s
T_D	2.246 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 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	17 di 106

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 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 δ_f dovrà rispettare i seguenti limiti:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ 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 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	19 di 106

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 rinfilanco 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.

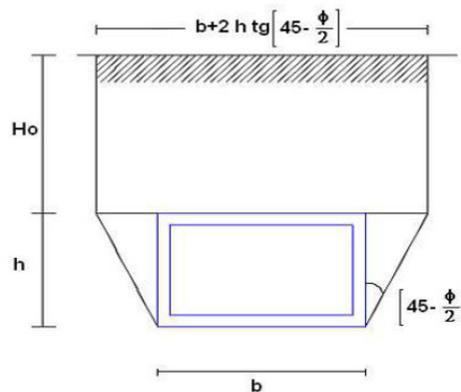
Nel seguito si andranno ad esporre in dettaglio, le valutazioni di calcolo effettuate per ciascuna delle condizioni citate.

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:

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

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:

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

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 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	23 di 106

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:

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

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

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	B	0.161	1.200	0.193	1.00	0.193

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 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IN3800 001	REV. A

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: $\Delta S_E = K_h \cdot \gamma \cdot H^2$

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.

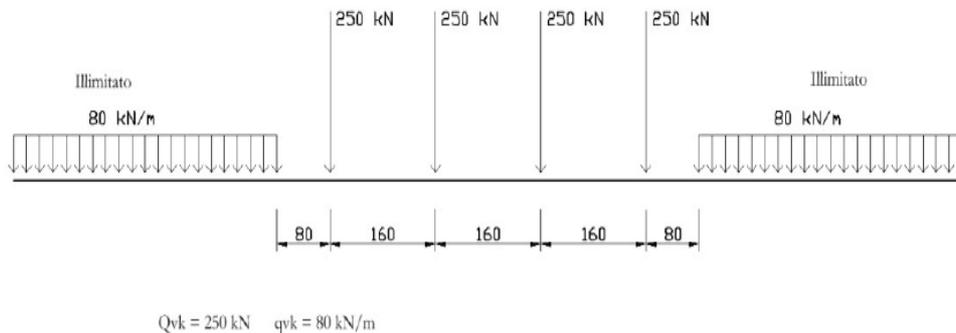


Figura 8 - Treno LM71

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

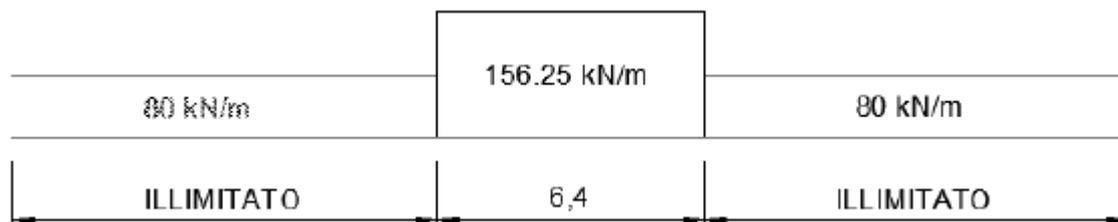
TRENO DI CARICO LM71	
Assi di carico "Q _{1k} "	250 kN
n° assi di carico	4
Carico illimitato "q _{1k} "	80 kN/m

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:

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



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"	5.34	m
spessore soletta "hs"	0.60	m
Larghezza traversina	2.4	m
Larghezza diffusione trasv. "b"	11.74	m
Qvk (a livello dell'asse della soletta)	13.3	kPa
qvk (a livello dell'asse della soletta)	6.8	kPa

I carichi effettivi di progetto vanno tuttavia valutati portando in conto anche gli eventuali effetti dinamici; attraverso la determinazioni dei coefficienti $\Phi 2$ o $\Phi 3$ e del coefficiente di adattamento (α), secondo quanto specificato a riguardo nel documento RFIDTCINCPOSPIFS001B.

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 Standar 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:

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

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 $\phi_{3,rid}$	1.00	
Carico Assi Dinamizzato $Q_{vk,din}$	14.6 kPa	$q = q_{equivalente} \times \alpha \times \phi$
Carico Illimitato Dinamizzato $q_{vk,din}$	7.5 kPa	$q = q_{equivalente} \times \alpha \times \phi$

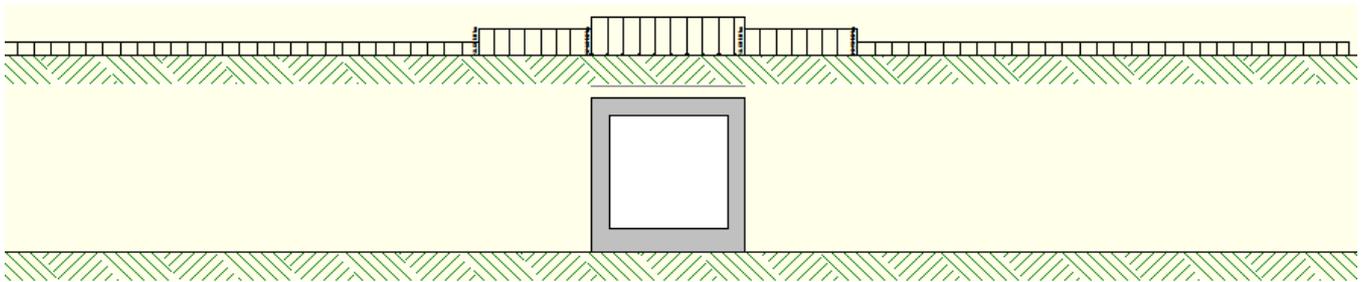
Il carico Q_{vk} è dunque applicato ad intradosso ballast su una fascia di 6.40m trascurando cautelativamente la diffusione all'interno del ballast. In direzione longitudinale la diffusione all'interno del terreno di ricoprimento, è svolta in automatico dal software di calcolo considerando come angolo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

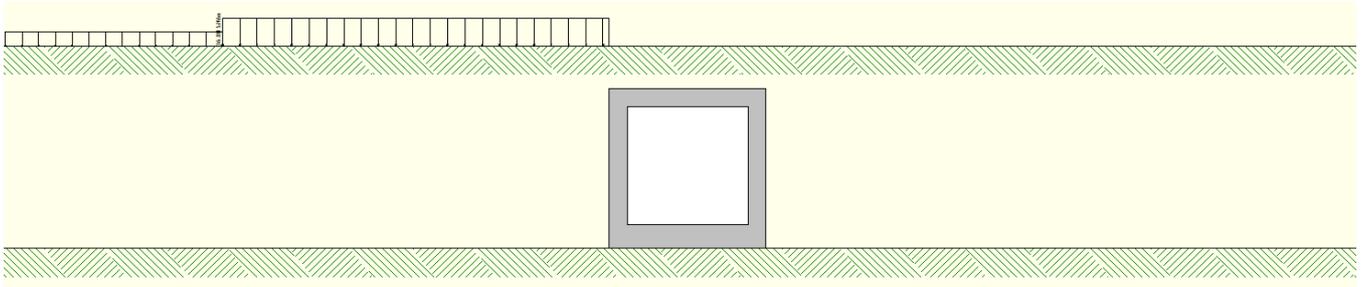
- una prima condizione di carico (Q_{CEN}) finalizzata alla massimizzazione degli effetti flessionali su traverso ed a testa piedritti;
- una seconda condizione (Q_{LAT}) con finalità di massimizzare gli effetti flessionali in mezzzeria piedritto.

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



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"	11.74	m
<i>Avviamento su traverso superiore</i>	3.09	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"	11.74	m
<i>Frenatura su traverso superiore</i>	3.28	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 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IN3800 001	REV. A

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

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:

$$N_q = e^{\pi \cdot \text{tg} \phi} K_p$$

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

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

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 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 inclinazione del carico

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

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$i_\gamma = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\phi}{90}\right)^2$

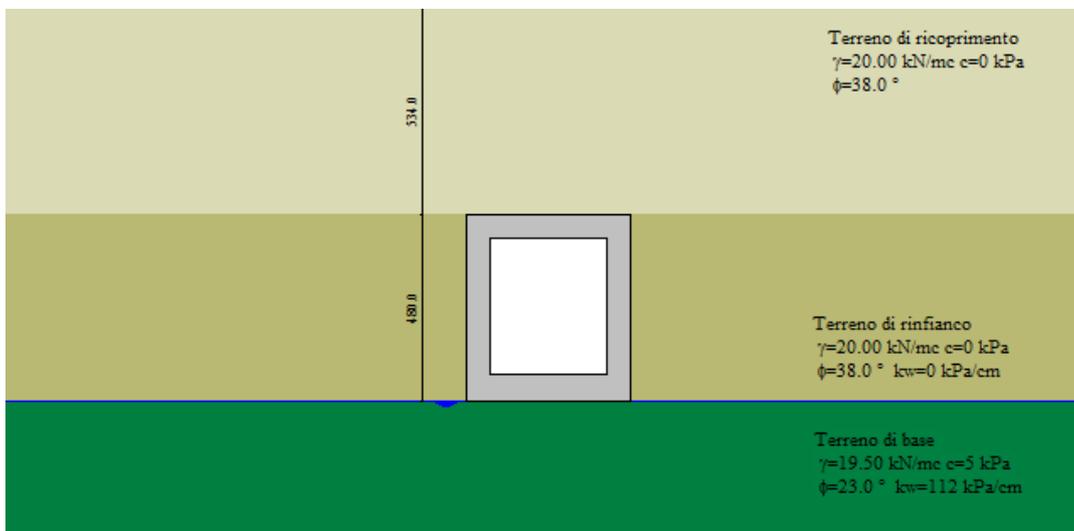
L'espressione di Meyerhof presuppone pertanto l'orizzontalità del piano di posa, condizione verificata per il caso in esame.

9. RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE

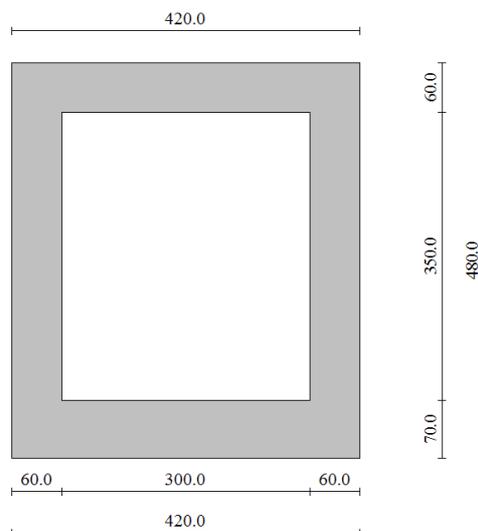
Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.14 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

9.1 MODELLO DI CALCOLO

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

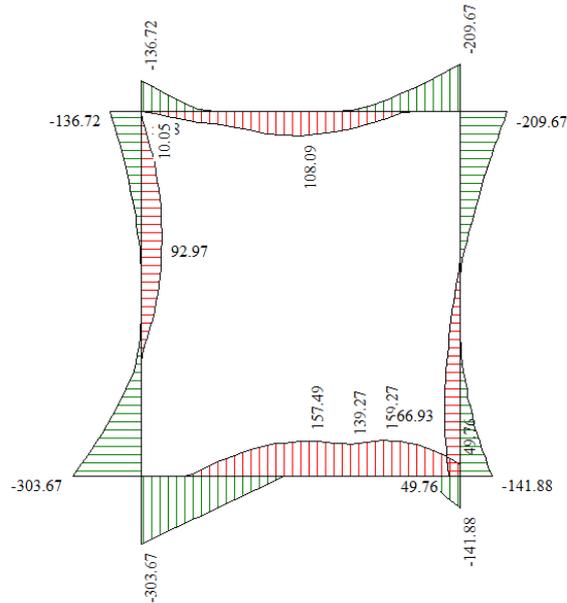


Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 1/2

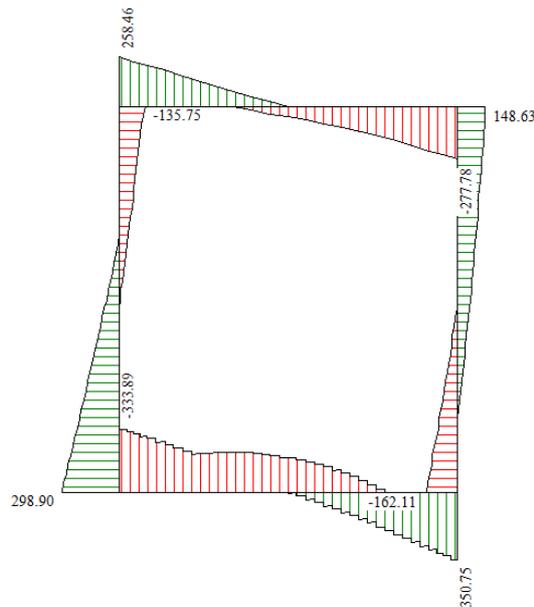


Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

9.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO



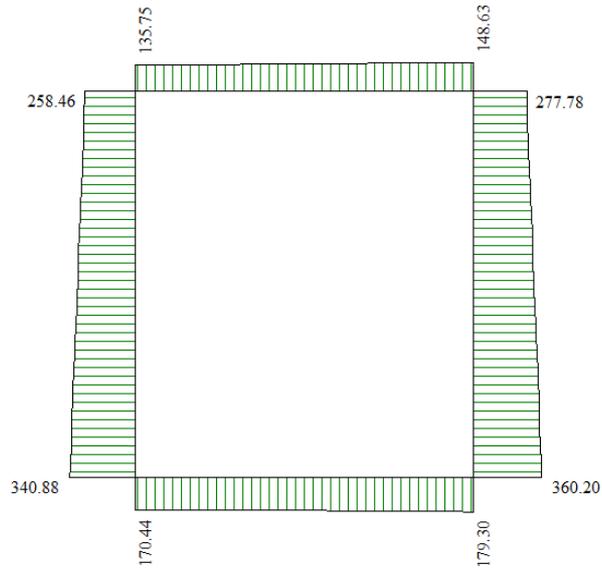
Involuppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico



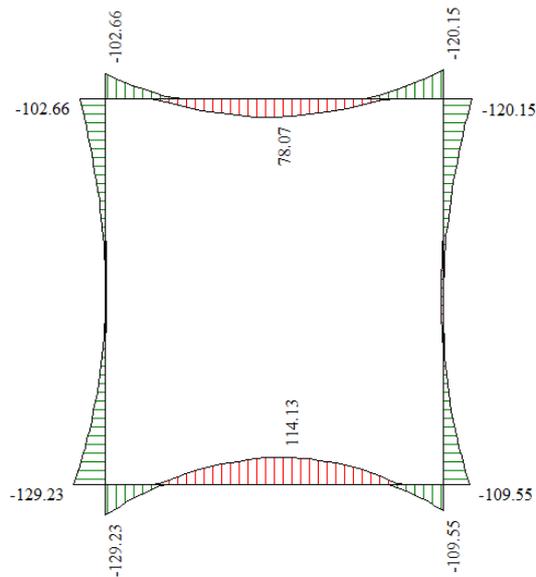
Involuppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	33 di 106



Inviluppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico



Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLE



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	34 di 106

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:

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	Af 1	Af 2	Af t
TRAVERSO	$\Phi 18/10$ cm	$\Phi 18/10$ cm	Spilli $\phi 8/20 \times 20$ cm
PIEDRITTI	$\Phi 18/10$ cm	$\Phi 18/10$ cm	Spilli $\phi 8/20 \times 20$ cm
FONDAZIONE	$\Phi 18/10$ cm	$\Phi 18/10$ cm	Spilli $\phi 8/20 \times 20$ 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 involucro 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	250	100	60	597.4	SI	Spilli ϕ 8/20x20cm
Piedritti	290	100	60	597.4	SI	Spilli ϕ 8/20x20cm
Fondazione	340	100	70	708.1	SI	Spilli ϕ 8/40x20cm

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 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	36 di 106

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.

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	4.80	[m]
Larghezza esterna	4.20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.60	[m]
Spessore piedritto destro	0.60	[m]
Spessore fondazione	0.70	[m]
Spessore traverso	0.60	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	5.34	[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	19.5000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.5000	[kN/mc]
Angolo di attrito	23.00	[°]

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	38 di 106

Angolo di attrito terreno struttura	23.00	[°]
Coesione	5	[kPa]
Costante di Winkler	112	[kPa/cm]
Tensione limite	1000	[kPa]

Falda

Quota falda (rispetto al piano di posa)	0.00	[m]
---	------	-----

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R_{ck} calcestruzzo	37000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	32836450	[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



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	39 di 106

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

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_{ni} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale

V_{nf} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale

D_e variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi

D_i 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°6 (Spinta falda)

Condizione di carico n° 7 (Qcentrale)

Distr	Terreno	X _i = -1.10	X _f = 0.00	V _{ni} = 13.30	V _{nf} = 13.30	
Distr	Terreno	X _i = 0.00	X _f = 4.20	V _{ni} = 14.60	V _{nf} = 14.60	
Distr	Terreno	X _i = 4.20	X _f = 5.30	V _{ni} = 13.30	V _{nf} = 13.30	
Distr	Traverso	X _i = 0.00	X _f = 4.20	V _{ni} = 0.00	V _{nf} = 0.00	V _{ti} = 3.28 V _{tf} = 3.28
Distr	Terreno	X _i = -10.00	X _f = -1.10	V _{ni} = 6.80	V _{nf} = 6.80	
Distr	Terreno	X _i = 5.30	X _f = 15.00	V _{ni} = 6.80	V _{nf} = 6.80	

Condizione di carico n° 8 (Qlaterale)

Distr	Terreno	X _i = -10.00	X _f = -6.40	V _{ni} = 6.80	V _{nf} = 6.80
Distr	Terreno	X _i = -6.40	X _f = 0.00	V _{ni} = 13.30	V _{nf} = 13.30

Condizione di carico n° 9 (TERMICO)

Term	Traverso	D _{te} = -2.50	D _{ti} = 2.50
Term	Traverso	D _{te} = -15.0	D _{ti} = -15.0

Condizione di carico n° 10 (RITIRO)

Term	Traverso	D _{te} = -10.00	D _{ti} = -10.00
------	----------	--------------------------	--------------------------

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	40 di 106

Condizione di carico n° 11 (BALLAST)

Distr Terreno $X_i = -10.00$ $X_i = 14.00$ $V_{ni} = 14.40$ $V_{ni} = 14.40$

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

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

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

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

con:

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

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)

0.55 f_{ck}



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	41 di 106

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)

$0.40 f_{ck}$

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)

$0.75 f_{yk}$

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure $w_l=0.20$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 2

Copriferro sezioni 6.00 [cm]



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	42 di 106

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}	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.45	1.25
Termici	Favorevole	$\gamma_{\epsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\epsilon sfav}$	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	M1	M2
-----------	----	----

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	43 di 106

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_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	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	1.25
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

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	44 di 106

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
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	45 di 106

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
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	46 di 106

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 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	47 di 106

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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	48 di 106

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

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata 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]

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	50 di 106

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	37.573000
Longitudine	14.640000
Comune	Regalbuto
Provincia	Enna
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	47637 - 47859 - 47860 - 47638

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 $a_g =$	1.62 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
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)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 19.87$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 9.93$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.65 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
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)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 1.43$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.72$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	51 di 106

Angolo diffusione sovraccarico

38.00 [°]

Coefficienti di spinta

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	40
Numero elementi trasverso	20
Numero elementi piedritto sinistro	42
Numero elementi piedritto destro	42
Numero molle fondazione	41
Numero molle piedritto sinistro	43
Numero molle piedritto destro	43

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-176.2621	-333.8860	170.4374
2.10	156.4994	-9.5263	170.4374
3.90	-140.4350	350.7489	170.4374

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-118.0475	258.4647	121.0788
2.10	108.0899	-9.5708	129.6396
3.90	-152.5749	-277.7814	138.2004

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-176.2621	178.8928	340.8786
2.42	8.4580	6.5772	299.6716
4.50	-118.0475	-121.0788	258.4647

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-140.4350	-162.1086	360.1954
2.42	9.2829	10.3757	318.9884
4.50	-152.5749	138.2004	277.7814

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-164.4283	-327.3657	162.8192
2.10	155.9221	-4.8306	162.8192
3.90	-137.5579	340.0129	162.8192

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-134.6139	252.0680	125.0466
2.10	87.3867	-7.1781	131.4672

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	53 di 106

3.90 -160.5095 -266.5556 137.8878

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-164.4283	169.1737	334.4820
2.42	3.1082	-0.2662	293.2750
4.50	-134.6139	-125.0466	252.0680

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-137.5579	-156.5856	348.9696
2.42	3.7269	12.9809	307.7626
4.50	-160.5095	137.8878	266.5556

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-159.7422	-320.3105	162.6710
2.10	145.9204	0.8669	162.6710
3.90	-141.8849	324.8182	162.6710

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-120.8617	245.2105	120.9110
2.10	97.3658	-2.7355	120.9110
3.90	-130.7096	-250.6815	120.9110

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-159.7422	169.4074	327.6245
2.42	10.3032	1.9184	286.4175
4.50	-120.8617	-120.9110	245.2105

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-141.8849	-156.0555	333.0955

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	54 di 106

2.42	7.3817	4.7575	291.8885
4.50	-130.7096	120.9110	250.6815

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-296.0145	-171.3226	165.1997
2.10	35.4637	-179.3789	171.3369
3.90	49.7593	266.2661	177.4742

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-7.0040	116.3393	135.7458
2.10	47.3750	-56.2451	142.1871
3.90	-209.4963	-228.8536	148.6284

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-296.0145	297.0715	171.3224
2.42	73.0166	64.1223	143.8308
4.50	-7.0040	-135.7458	116.3393

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	49.7593	-45.7295	283.8367
2.42	20.9566	67.9900	256.3452
4.50	-209.4963	148.6284	228.8536

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-152.0383	-317.1841	156.9944
2.10	147.9878	2.9643	156.9944
3.90	-138.6454	320.5648	156.9944

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
-------	---------	--------	--------

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	55 di 106

0.30	-136.7246	242.1274	124.9208
2.10	79.3436	-2.0516	124.9208
3.90	-144.1105	-246.2307	124.9208

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-152.0383	162.0596	324.5414
2.42	4.4921	-3.7603	283.3344
4.50	-136.7246	-124.9208	242.1274

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-138.6454	-152.0457	328.6446
2.42	2.3010	8.7673	287.4377
4.50	-144.1105	124.9208	246.2307

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-293.0295	-169.7759	163.8847
2.10	35.4245	-176.7903	170.0219
3.90	48.4225	262.5657	176.1592

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-7.6978	114.7925	135.2783
2.10	46.0967	-55.0208	140.5388
3.90	-205.7728	-224.8342	145.7993

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-293.0295	294.8311	169.7757
2.42	72.7574	63.2358	142.2841
4.50	-7.6978	-135.2783	114.7925

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	56 di 106

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	48.4225	-45.3390	279.8174
2.42	20.4797	66.7707	252.3258
4.50	-205.7728	145.7993	224.8342

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-303.6705	-188.6846	167.0254
2.10	57.9583	-177.0972	173.1627
3.90	42.0064	284.1785	179.3000

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-7.0801	121.5729	133.9194
2.10	51.9848	-56.2720	140.3607
3.90	-209.6693	-234.1410	146.8020

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-303.6705	298.8980	188.6844
2.42	69.1506	65.9487	155.1286
4.50	-7.0801	-133.9194	121.5729

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	42.0064	-47.5560	301.2525
2.42	16.9937	66.1636	267.6968
4.50	-209.6693	146.8020	234.1410

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-300.6329	-187.1410	165.6934
2.10	57.6706	-174.3479	171.8307
3.90	40.7336	280.4449	177.9679

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	57 di 106

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-7.7921	120.0293	133.4689
2.10	50.6941	-55.0446	138.7294
3.90	-205.9527	-230.1185	143.9899

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-300.6329	296.6405	187.1408
2.42	68.9086	65.0452	153.5851
4.50	-7.7921	-133.4689	120.0293

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	40.7336	-47.1485	297.2300
2.42	16.5453	64.9613	263.6743
4.50	-205.9527	143.9899	230.1185

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-109.5475	-225.9190	118.3961
2.10	98.3323	6.8060	118.3961
3.90	-109.5475	225.9190	118.3961

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-85.5400	170.3653	84.8267
2.10	67.7888	0.0000	84.8267
3.90	-85.5400	-170.3653	84.8267

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-109.5475	118.4401	231.4127
2.42	7.9028	0.2661	200.8890

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	58 di 106

4.50 -85.5400 -84.8267 170.3653

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-109.5475	-118.4401	231.4127
2.42	7.9028	-0.2661	200.8890
4.50	-85.5400	84.8267	170.3653

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-126.0237	-240.3037	124.3573
2.10	109.1929	-3.5600	124.3573
3.90	-106.2570	249.6074	124.3573

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-84.3898	184.4820	86.9256
2.10	78.0683	-5.2805	91.6488
3.90	-103.4395	-195.1395	96.3720

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-126.0237	129.0336	245.5294
2.42	6.8239	4.5134	215.0057
4.50	-84.3898	-86.9256	184.4820

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-106.2570	-119.7734	256.1869
2.42	7.2790	4.8399	225.6632
4.50	-103.4395	96.3720	195.1395

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-116.9093	-232.8138	120.0724

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	59 di 106

2.10	103.3562	2.1742	120.0724
------	----------	--------	----------

3.90	-107.0570	235.3008	120.0724
------	-----------	----------	----------

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-85.9425	177.1694	86.8330
2.10	72.1516	-1.5092	86.8330
3.90	-91.3758	-180.1879	86.8330

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-116.9093	123.8003	238.2167
2.42	7.8420	1.9431	207.6931
4.50	-85.9425	-86.8330	177.1694

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-107.0570	-116.4337	241.2352
2.42	6.2301	1.7402	210.7116
4.50	-91.3758	86.8330	180.1879

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-108.6375	-225.9185	117.3717
2.10	99.2373	6.8057	117.3717
3.90	-108.6375	225.9185	117.3717

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-88.8828	170.3653	85.8514
2.10	64.4460	0.0000	85.8514
3.90	-88.8828	-170.3653	85.8514

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
-------	---------	--------	--------

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	60 di 106

0.35	-108.6375	117.4153	231.4127
2.42	6.6864	-0.7586	200.8890
4.50	-88.8828	-85.8514	170.3653

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-108.6375	-117.4153	231.4127
2.42	6.6864	0.7586	200.8890
4.50	-88.8828	85.8514	170.3653

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-129.2328	-243.8994	124.8232
2.10	112.8131	-6.1518	124.8232
3.90	-104.5244	255.5290	124.8232

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-87.4451	188.0112	88.4751
2.10	77.2955	-6.6006	94.3791
3.90	-111.2571	-201.3331	100.2831

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-129.2328	130.6572	249.0586
2.42	5.3378	4.5505	218.5349
4.50	-87.4451	-88.4751	188.0112

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-104.5244	-119.0819	262.3805
2.42	5.9067	7.1412	231.8568
4.50	-111.2571	100.2831	201.3331

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	61 di 106

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-117.8397	-234.5370	119.4671
2.10	105.5172	1.0160	119.4671
3.90	-105.5243	237.6458	119.4671

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-89.3859	178.8704	88.3594
2.10	69.8995	-1.8866	88.3594
3.90	-96.1776	-182.6435	88.3594

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-117.8397	124.1156	239.9178
2.42	6.6104	1.3375	209.3941
4.50	-89.3859	-88.3594	178.8704

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-105.5243	-114.9074	243.6909
2.42	4.5955	3.2666	213.1672
4.50	-96.1776	88.3594	182.6435

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-121.4736	-240.3014	119.2354
2.10	113.7178	-3.5614	119.2354
3.90	-101.7070	249.6051	119.2354

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-101.1037	184.4820	92.0494
2.10	61.3545	-5.2805	96.7726
3.90	-120.1533	-195.1395	101.4958

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-121.4736	123.9098	245.5294
2.42	0.7420	-0.6104	215.0057
4.50	-101.1037	-92.0494	184.4820

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-101.7070	-114.6495	256.1869
2.42	1.1971	9.9637	225.6632
4.50	-120.1533	101.4958	195.1395

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-112.3592	-232.8115	114.9505
2.10	107.8811	2.1728	114.9505
3.90	-102.5069	235.2985	114.9505

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-102.6564	177.1694	91.9568
2.10	55.4377	-1.5092	91.9568
3.90	-108.0897	-180.1879	91.9568

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-112.3592	118.6764	238.2167
2.42	1.7601	-3.1808	207.6931
4.50	-102.6564	-91.9568	177.1694

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-102.5069	-111.3099	241.2352
2.42	0.1482	6.8641	210.7116
4.50	-108.0897	91.9568	180.1879

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	186
2.10	217
3.90	252

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	190
2.10	212
3.90	239

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	195
2.10	206
3.90	221

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	0
2.10	82
3.90	469

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	196
2.10	204
3.90	215

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	0
2.10	83
3.90	460

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	64 di 106

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	0
2.10	121
3.90	455

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	0
2.10	121
3.90	448

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	146
2.10	145
3.90	146

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	139
2.10	156
3.90	175

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	144
2.10	150
3.90	158

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	147
2.10	145
3.90	147

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	σ_t [kPa]
-------	------------------



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	65 di 106

0.30	138
2.10	159
3.90	183

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	143
2.10	151
3.90	161

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	139
2.10	156
3.90	176

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	144
2.10	150
3.90	158

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 cmq
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in cmq
CS	Coeff. di sicurezza sezione
V_{Rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
V_{Rcd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
V_{Rsd}	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

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

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 70.00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.30	176.26 (176.26)	170.44	792.52	819.60	25.45	25.45	4.65
2	2.10	-156.50 (-157.49)	170.44	927.96	-857.49	25.45	25.45	5.44
3	3.90	140.44 (176.26)	170.44	792.52	819.60	25.45	25.45	4.65

Verifiche taglio

N°	X	V	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Red}	A_{sw}
1	0.30	-333.89	282.33	0.00	2035.67	0.00
2	2.10	-9.53	282.33	0.00	0.00	0.00
3	3.90	350.75	282.33	0.00	2035.67	0.00

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

Base sezione $B = 100$ cm



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	67 di 106

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-118.05 (-152.57)	121.08	486.42	-612.95	25.45	25.45	4.02
2	2.10	108.09 (108.09)	129.64	831.57	693.34	25.45	25.45	6.41
3	3.90	-152.57 (-152.57)	138.20	573.60	-633.26	25.45	25.45	4.15

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	258.46	254.92	0.00	1712.70	0.00
2	2.10	-9.57	256.08	0.00	0.00	0.00
3	3.90	-277.78	257.23	0.00	1716.05	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.35	-176.26 (-176.26)	340.88	1706.49	-882.40	25.45	25.45	5.01
2	2.42	8.46 (8.76)	299.67	8480.32	247.82	25.45	25.45	28.30
3	4.50	-118.05 (-176.26)	258.46	1112.70	-758.81	25.45	25.45	4.31

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.35	178.89	284.59	0.00	0.00	0.00
2	2.42	6.58	279.03	0.00	0.00	0.00
3	4.50	-121.08	273.47	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	68 di 106

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	-140.44 (-152.57)	360.20	2301.17	-974.75	25.45	25.45	6.39
2	2.42	9.28 (9.95)	318.99	8461.78	264.00	25.45	25.45	26.53
3	4.50	-152.57 (-152.57)	277.78	1546.72	-849.55	25.45	25.45	5.57

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.35	-162.11	287.20	0.00	0.00	0.00
2	2.42	10.38	281.64	0.00	0.00	0.00
3	4.50	138.20	276.07	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	164.43 (164.43)	162.82	818.88	826.98	25.45	25.45	5.03
2	2.10	-155.92 (-156.48)	162.82	877.58	-843.40	25.45	25.45	5.39
3	3.90	137.56 (164.43)	162.82	818.88	826.98	25.45	25.45	5.03

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	-327.37	281.28	0.00	2034.15	0.00
2	2.10	-4.83	281.28	0.00	0.00	0.00
3	3.90	340.01	281.28	0.00	2034.15	0.00

Verifica sezioni traverso [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	0.30	-134.61 (-160.51)	125.05	475.56	-610.42	25.45	25.45	3.80

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	69 di 106

2	2.10	87.39 (87.39)	131.47	1157.16	769.17	25.45	25.45	8.80
3	3.90	-160.51 (-160.51)	137.89	536.61	-624.64	25.45	25.45	3.89

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	252.07	255.46	0.00	0.00	0.00
2	2.10	-7.18	256.32	0.00	0.00	0.00
3	3.90	-266.56	257.19	0.00	1715.99	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.35	-164.43 (-164.43)	334.48	1841.65	-905.34	25.45	25.45	5.51
2	2.42	3.11 (3.11)	293.28	8659.14	91.77	25.45	25.45	29.53
3	4.50	-134.61 (-164.43)	252.07	1189.94	-776.22	25.45	25.45	4.72

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.35	169.17	283.73	0.00	0.00	0.00
2	2.42	-0.27	278.17	0.00	0.00	0.00
3	4.50	-125.05	272.60	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.35	-137.56 (-160.51)	348.97	2030.27	-933.83	25.45	25.45	5.82
2	2.42	3.73 (4.89)	307.76	8607.53	136.81	25.45	25.45	27.97
3	4.50	-160.51 (-160.51)	266.56	1340.42	-807.15	25.45	25.45	5.03

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	70 di 106

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.35	-156.59	285.69	0.00	0.00	0.00
2	2.42	12.98	280.12	0.00	0.00	0.00
3	4.50	137.89	274.56	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	159.74 (159.74)	162.67	851.40	836.07	25.45	25.45	5.23
2	2.10	-145.92 (-145.94)	162.67	968.40	-868.80	25.45	25.45	5.95
3	3.90	141.88 (159.74)	162.67	851.40	836.07	25.45	25.45	5.23

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	-320.31	281.26	0.00	2034.12	0.00
2	2.10	0.87	281.26	0.00	0.00	0.00
3	3.90	324.82	281.26	0.00	2034.12	0.00

Verifica sezioni traverso [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	0.30	-120.86 (-130.71)	120.91	589.13	-636.88	25.45	25.45	4.87
2	2.10	97.37 (97.37)	120.91	872.98	702.98	25.45	25.45	7.22
3	3.90	-130.71 (-130.71)	120.91	589.13	-636.88	25.45	25.45	4.87

Verifiche taglio

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	71 di 106

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.30	245.21	254.90	0.00	0.00	0.00
2	2.10	-2.74	254.90	0.00	0.00	0.00
3	3.90	-250.68	254.90	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.35	-159.74 (-159.74)	327.62	1863.61	-908.66	25.45	25.45	5.69
2	2.42	10.30 (10.30)	286.42	8417.33	302.79	25.45	25.45	29.39
3	4.50	-120.86 (-159.74)	245.21	1192.26	-776.70	25.45	25.45	4.86

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.35	169.41	282.80	0.00	0.00	0.00
2	2.42	1.92	277.24	0.00	0.00	0.00
3	4.50	-120.91	271.68	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.35	-141.88 (-141.88)	333.10	2281.33	-971.75	25.45	25.45	6.85
2	2.42	7.38 (7.52)	291.89	8512.87	219.42	25.45	25.45	29.16
3	4.50	-130.71 (-141.88)	250.68	1474.91	-834.79	25.45	25.45	5.88

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.35	-156.06	283.54	0.00	0.00	0.00



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	72 di 106

2	2.42	4.76	277.98	0.00	0.00	0.00
3	4.50	120.91	272.42	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	296.01 (296.01)	165.20	395.41	708.52	25.45	25.45	2.39
2	2.10	-35.46 (-138.79)	171.34	1127.52	-913.31	25.45	25.45	6.58
3	3.90	-49.76 (-150.21)	177.47	1055.22	-893.09	25.45	25.45	5.95

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	-171.32	281.61	0.00	0.00	0.00
2	2.10	-179.38	282.45	0.00	0.00	0.00
3	3.90	266.27	283.29	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [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	0.30	-7.00 (-63.54)	135.75	1978.00	-925.93	25.45	25.45	14.57
2	2.10	47.37 (63.81)	142.19	2106.28	945.31	25.45	25.45	14.81
3	3.90	-209.50 (-209.50)	148.63	424.66	-598.57	25.45	25.45	2.86

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	116.34	256.90	0.00	0.00	0.00
2	2.10	-56.25	257.77	0.00	0.00	0.00
3	3.90	-228.85	258.64	0.00	0.00	0.00

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	73 di 106

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.35	-296.01 (-296.01)	171.32	334.24	-577.51	25.45	25.45	1.95
2	2.42	73.02 (92.97)	143.83	1205.94	779.51	25.45	25.45	8.38
3	4.50	-7.00 (-72.98)	116.34	1260.61	-790.75	25.45	25.45	10.84

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.35	297.07	261.70	0.00	1722.53	0.00
2	2.42	64.12	257.99	0.00	0.00	0.00
3	4.50	-135.75	254.28	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.35	49.76 (66.93)	283.84	4455.59	1050.70	25.45	25.45	15.70
2	2.42	20.96 (54.00)	256.35	4814.93	1014.28	25.45	25.45	18.78
3	4.50	-209.50 (-209.50)	228.85	732.09	-670.17	25.45	25.45	3.20

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.35	-45.73	276.89	0.00	0.00	0.00
2	2.42	67.99	273.18	0.00	0.00	0.00
3	4.50	148.63	269.47	0.00	0.00	0.00

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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	74 di 106

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	152.04 (152.04)	156.99	868.17	840.76	25.45	25.45	5.53
2	2.10	-147.99 (-147.99)	156.99	901.96	-850.22	25.45	25.45	5.75
3	3.90	138.65 (152.04)	156.99	868.17	840.76	25.45	25.45	5.53

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	-317.18	280.48	0.00	2033.00	0.00
2	2.10	2.96	280.48	0.00	0.00	0.00
3	3.90	320.56	280.48	0.00	2033.00	0.00

Verifica sezioni trasverso [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	0.30	-136.72 (-144.11)	124.92	542.69	-626.06	25.45	25.45	4.34
2	2.10	79.34 (79.34)	124.92	1237.49	785.99	25.45	25.45	9.91
3	3.90	-144.11 (-144.11)	124.92	542.69	-626.06	25.45	25.45	4.34

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	242.13	255.44	0.00	0.00	0.00
2	2.10	-2.05	255.44	0.00	0.00	0.00
3	3.90	-246.23	255.44	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	75 di 106

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	-152.04 (-152.04)	324.54	1975.79	-925.60	25.45	25.45	6.09
2	2.42	4.49 (4.52)	283.33	8606.84	137.41	25.45	25.45	30.38
3	4.50	-136.72 (-152.04)	242.13	1258.66	-790.34	25.45	25.45	5.20

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.35	162.06	282.39	0.00	0.00	0.00
2	2.42	-3.76	276.82	0.00	0.00	0.00
3	4.50	-124.92	271.26	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.35	-138.65 (-144.11)	328.64	2181.80	-956.72	25.45	25.45	6.64
2	2.42	2.30 (2.84)	287.44	8666.22	85.59	25.45	25.45	30.15
3	4.50	-144.11 (-144.11)	246.23	1400.06	-819.41	25.45	25.45	5.69

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.35	-152.05	282.94	0.00	0.00	0.00
2	2.42	8.77	277.38	0.00	0.00	0.00
3	4.50	124.92	271.82	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
----	---	---	---	----------------	----------------	-----------------	-----------------	----

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	76 di 106

1	0.30	293.03 (293.03)	163.88	396.41	708.80	25.45	25.45	2.42
2	2.10	-35.42 (-137.26)	170.02	1133.37	-914.95	25.45	25.45	6.67
3	3.90	-48.42 (-147.89)	176.16	1068.12	-896.70	25.45	25.45	6.06

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	-169.78	281.43	0.00	0.00	0.00
2	2.10	-176.79	282.27	0.00	0.00	0.00
3	3.90	262.57	283.11	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 6 - 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	0.30	-7.70 (-63.49)	135.28	1970.60	-924.82	25.45	25.45	14.57
2	2.10	46.10 (62.14)	140.54	2154.34	952.57	25.45	25.45	15.33
3	3.90	-205.77 (-205.77)	145.80	424.01	-598.42	25.45	25.45	2.91

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	114.79	256.84	0.00	0.00	0.00
2	2.10	-55.02	257.55	0.00	0.00	0.00
3	3.90	-224.83	258.26	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - 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	0.35	-293.03 (-293.03)	169.78	334.65	-577.61	25.45	25.45	1.97
2	2.42	72.76 (92.30)	142.28	1199.64	778.21	25.45	25.45	8.43

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	77 di 106

3	4.50	-7.70 (-73.44)	114.79	1224.27	-783.28	25.45	25.45	10.67
---	------	----------------	--------	---------	---------	-------	-------	-------

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.35	294.83	261.49	0.00	1722.22	0.00
2	2.42	63.24	257.78	0.00	0.00	0.00
3	4.50	-135.28	254.07	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 6 - 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	0.35	48.42 (65.53)	279.82	4477.41	1048.56	25.45	25.45	16.00
2	2.42	20.48 (52.93)	252.33	4828.37	1012.85	25.45	25.45	19.14
3	4.50	-205.77 (-205.77)	224.83	732.31	-670.22	25.45	25.45	3.26

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.35	-45.34	276.35	0.00	0.00	0.00
2	2.42	66.77	272.64	0.00	0.00	0.00
3	4.50	145.80	268.93	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	303.67 (303.67)	167.03	388.66	706.63	25.45	25.45	2.33
2	2.10	-57.96 (-159.27)	173.16	934.17	-859.23	25.45	25.45	5.39
3	3.90	-42.01 (-159.27)	179.30	982.50	-872.75	25.45	25.45	5.48

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	78 di 106

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	-188.68	281.86	0.00	0.00	0.00
2	2.10	-177.10	282.70	0.00	0.00	0.00
3	3.90	284.18	283.54	0.00	2037.43	0.00

Verifica sezioni traverso [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	0.30	-7.08 (-66.16)	133.92	1828.38	-903.33	25.45	25.45	13.65
2	2.10	51.98 (67.94)	140.36	1883.30	911.63	25.45	25.45	13.42
3	3.90	-209.67 (-209.67)	146.80	418.01	-597.02	25.45	25.45	2.85

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	121.57	256.65	0.00	0.00	0.00
2	2.10	-56.27	257.52	0.00	0.00	0.00
3	3.90	-234.14	258.39	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.35	-303.67 (-303.67)	188.68	362.99	-584.21	25.45	25.45	1.92
2	2.42	69.15 (90.24)	155.13	1413.24	822.12	25.45	25.45	9.11
3	4.50	-7.08 (-72.16)	121.57	1370.02	-813.23	25.45	25.45	11.27

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
----	---	---	-----------------	------------------	------------------	-----------------

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	79 di 106

1	0.35	298.90	264.05	0.00	1725.92	0.00
2	2.42	65.95	259.52	0.00	0.00	0.00
3	4.50	-133.92	254.99	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.35	42.01 (60.62)	301.25	4962.18	998.59	25.45	25.45	16.47
2	2.42	16.99 (49.15)	267.70	5263.68	966.41	25.45	25.45	19.66
3	4.50	-209.67 (-209.67)	234.14	754.12	-675.30	25.45	25.45	3.22

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.35	-47.56	279.24	0.00	0.00	0.00
2	2.42	66.16	274.71	0.00	0.00	0.00
3	4.50	146.80	270.18	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	300.63 (300.63)	165.69	389.60	706.89	25.45	25.45	2.35
2	2.10	-57.67 (-156.93)	171.83	943.75	-861.91	25.45	25.45	5.49
3	3.90	-40.73 (-156.93)	177.97	993.12	-875.72	25.45	25.45	5.58

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	-187.14	281.68	0.00	0.00	0.00
2	2.10	-174.35	282.52	0.00	0.00	0.00

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	80 di 106

3	3.90	280.44	283.36	0.00	0.00	0.00
---	------	--------	--------	------	------	------

Verifica sezioni traverso [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	0.30	-7.79 (-66.13)	133.47	1821.04	-902.23	25.45	25.45	13.64
2	2.10	50.69 (66.26)	138.73	1920.63	917.27	25.45	25.45	13.84
3	3.90	-205.95 (-205.95)	143.99	417.28	-596.85	25.45	25.45	2.90

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	120.03	256.59	0.00	0.00	0.00
2	2.10	-55.04	257.30	0.00	0.00	0.00
3	3.90	-230.12	258.01	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.35	-300.63 (-300.63)	187.14	363.78	-584.39	25.45	25.45	1.94
2	2.42	68.91 (89.53)	153.59	1408.68	821.18	25.45	25.45	9.17
3	4.50	-7.79 (-72.66)	120.03	1329.78	-804.96	25.45	25.45	11.08

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.35	296.64	263.84	0.00	1725.62	0.00
2	2.42	65.05	259.31	0.00	0.00	0.00
3	4.50	-133.47	254.78	0.00	0.00	0.00



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	81 di 106

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.35	40.73 (59.27)	297.23	4991.82	995.43	25.45	25.45	16.79
2	2.42	16.55 (48.12)	263.67	5283.17	964.10	25.45	25.45	20.04
3	4.50	-205.95 (-205.95)	230.12	754.69	-675.43	25.45	25.45	3.28

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.35	-47.15	278.70	0.00	0.00	0.00
2	2.42	64.96	274.17	0.00	0.00	0.00
3	4.50	143.99	269.64	0.00	0.00	0.00

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 cm ²
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in cm ²
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 cm ²

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

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 70.00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.30	109.55	118.40	25.45	25.45	20027	52763	1837
2	2.10	-98.33	118.40	25.45	25.45	45326	18241	1654
3	3.90	109.55	118.40	25.45	25.45	20027	52763	1837

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	-225.92	-415	0.00
2	2.10	6.81	13	0.00
3	3.90	225.92	415	0.00

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

Base sezione $B = 100$ cm

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	83 di 106

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-85.54	84.83	25.45	25.45	53615	18944	1868
2	2.10	67.79	84.83	25.45	25.45	15504	39445	1492
3	3.90	-85.54	84.83	25.45	25.45	53615	18944	1868

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	170.37	371	0.00
2	2.10	0.00	0	0.00
3	3.90	-170.37	-371	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.35	-109.55	231.41	25.45	25.45	48343	27251	2447
2	2.42	7.90	200.89	25.45	25.45	5726	3185	403
3	4.50	-85.54	170.37	25.45	25.45	39360	21069	1908

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.35	118.44	258	0.00
2	2.42	0.27	1	0.00
3	4.50	-84.83	-185	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	84 di 106

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-109.55	231.41	25.45	25.45	48343	27251	2447
2	2.42	7.90	200.89	25.45	25.45	5726	3185	403
3	4.50	-85.54	170.37	25.45	25.45	39360	21069	1908

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.35	-118.44	-258	0.00
2	2.42	-0.27	-1	0.00
3	4.50	84.83	185	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	126.02	124.36	25.45	25.45	22768	62712	2107
2	2.10	-109.19	124.36	25.45	25.45	51523	20103	1834
3	3.90	106.26	124.36	25.45	25.45	19635	49577	1786

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	-240.30	-442	0.00
2	2.10	-3.56	-7	0.00
3	3.90	249.61	459	0.00

Verifica sezioni traverso [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	0.30	-84.39	86.93	25.45	25.45	52329	18783	1845

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	85 di 106

2	2.10	78.07	91.65	25.45	25.45	17691	46463	1714
3	3.90	-103.44	96.37	25.45	25.45	65922	22727	2254

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	184.48	402	0.00
2	2.10	-5.28	-12	0.00
3	3.90	-195.14	-425	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.35	-126.02	245.53	25.45	25.45	58850	30925	2810
2	2.42	6.82	215.01	25.45	25.45	5865	3672	409
3	4.50	-84.39	184.48	25.45	25.45	36285	21115	1886

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.35	129.03	281	0.00
2	2.42	4.51	10	0.00
3	4.50	-86.93	-189	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.35	-106.26	256.19	25.45	25.45	42096	27031	2378
2	2.42	7.28	225.66	25.45	25.45	6175	3835	431
3	4.50	-103.44	195.14	25.45	25.45	49318	25246	2304

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	86 di 106

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.35	-119.77	-261	0.00
2	2.42	4.84	11	0.00
3	4.50	96.37	210	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.30	116.91	120.07	25.45	25.45	21230	57374	1957
2	2.10	-103.36	120.07	25.45	25.45	48372	19080	1737
3	3.90	107.06	120.07	25.45	25.45	19669	50826	1797

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	-232.81	-428	0.00
2	2.10	2.17	4	0.00
3	3.90	235.30	433	0.00

Verifica sezioni traverso [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	0.30	-85.94	86.83	25.45	25.45	53587	19080	1878
2	2.10	72.15	86.83	25.45	25.45	16409	42575	1585
3	3.90	-91.38	86.83	25.45	25.45	57935	20126	1992

Verifiche taglio

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	87 di 106

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	177.17	386	0.00
2	2.10	-1.51	-3	0.00
3	3.90	-180.19	-393	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.35	-116.91	238.22	25.45	25.45	52951	28906	2609
2	2.42	7.84	207.69	25.45	25.45	5867	3346	412
3	4.50	-85.94	177.17	25.45	25.45	38606	21291	1919

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.35	123.80	270	0.00
2	2.42	1.94	4	0.00
3	4.50	-86.83	-189	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.35	-107.06	241.24	25.45	25.45	44936	26924	2394
2	2.42	6.23	210.71	25.45	25.45	5675	3672	395
3	4.50	-91.38	180.19	25.45	25.45	42329	22468	2038

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.35	-116.43	-254	0.00

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	88 di 106

2	2.42	1.74	4	0.00
3	4.50	86.83	189	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	108.64	117.37	25.45	25.45	19860	52331	1822
2	2.10	-99.24	117.37	25.45	25.45	46096	18364	1669
3	3.90	108.64	117.37	25.45	25.45	19860	52331	1822

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	-225.92	-415	0.00
2	2.10	6.81	13	0.00
3	3.90	225.92	415	0.00

Verifica sezioni traverso [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	0.30	-88.88	85.85	25.45	25.45	56111	19618	1939
2	2.10	64.45	85.85	25.45	25.45	14878	36613	1421
3	3.90	-88.88	85.85	25.45	25.45	56111	19618	1939

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	170.37	371	0.00
2	2.10	0.00	0	0.00
3	3.90	-170.37	-371	0.00

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	89 di 106

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.35	-108.64	231.41	25.45	25.45	47644	27063	2427
2	2.42	6.69	200.89	25.45	25.45	5530	3381	387
3	4.50	-88.88	170.37	25.45	25.45	41950	21751	1981

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.35	117.42	256	0.00
2	2.42	-0.76	-2	0.00
3	4.50	-85.85	-187	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.35	-108.64	231.41	25.45	25.45	47644	27063	2427
2	2.42	6.69	200.89	25.45	25.45	5530	3381	387
3	4.50	-88.88	170.37	25.45	25.45	41950	21751	1981

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.35	-117.42	-256	0.00
2	2.42	0.76	2	0.00
3	4.50	85.85	187	0.00

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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	90 di 106

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	129.23	124.82	25.45	25.45	23284	64771	2160
2	2.10	-112.81	124.82	25.45	25.45	53846	20689	1893
3	3.90	104.52	124.82	25.45	25.45	19368	48351	1758

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	-243.90	-448	0.00
2	2.10	-6.15	-11	0.00
3	3.90	255.53	470	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 13 - 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	0.30	-87.45	88.48	25.45	25.45	54502	19417	1910
2	2.10	77.30	94.38	25.45	25.45	17615	45378	1699
3	3.90	-111.26	100.28	25.45	25.45	71497	24344	2422

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	188.01	410	0.00
2	2.10	-6.60	-14	0.00
3	3.90	-201.33	-439	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	91 di 106

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-129.23	249.06	25.45	25.45	60780	31655	2881
2	2.42	5.34	218.53	25.45	25.45	5705	3989	395
3	4.50	-87.45	188.01	25.45	25.45	38082	21818	1954

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.35	130.66	285	0.00
2	2.42	4.55	10	0.00
3	4.50	-88.48	-193	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 13 - 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	0.35	-104.52	262.38	25.45	25.45	39892	26771	2340
2	2.42	5.91	231.86	25.45	25.45	6092	4193	422
3	4.50	-111.26	201.33	25.45	25.45	54417	26967	2476

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.35	-119.08	-259	0.00
2	2.42	7.14	16	0.00
3	4.50	100.28	218	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
----	---	---	---	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------------

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	92 di 106

1	0.30	117.84	119.47	25.45	25.45	21363	58096	1972
2	2.10	-105.52	119.47	25.45	25.45	49906	19411	1772
3	3.90	105.52	119.47	25.45	25.45	19412	49911	1772

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	-234.54	-431	0.00
2	2.10	1.02	2	0.00
3	3.90	237.65	437	0.00

Verifica sezioni trasverso [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	0.30	-89.39	88.36	25.45	25.45	56075	19788	1951
2	2.10	69.90	88.36	25.45	25.45	16011	40521	1538
3	3.90	-96.18	88.36	25.45	25.45	61513	21094	2095

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	178.87	390	0.00
2	2.10	-1.89	-4	0.00
3	3.90	-182.64	-398	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.35	-117.84	239.92	25.45	25.45	53403	29132	2630
2	2.42	6.61	209.39	25.45	25.45	5706	3581	398

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	93 di 106

3	4.50	-89.39	178.87	25.45	25.45	40997	22033	1994
---	------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.35	124.12	270	0.00
2	2.42	1.34	3	0.00
3	4.50	-88.36	-193	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.35	-105.52	243.69	25.45	25.45	43402	26649	2360
2	2.42	4.60	213.17	25.45	25.45	5466	3989	377
3	4.50	-96.18	182.64	25.45	25.45	45664	23500	2143

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.35	-114.91	-250	0.00
2	2.42	3.27	7	0.00
3	4.50	88.36	193	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.30	121.47	119.24	25.45	25.45	21931	60556	2031
2	2.10	-113.72	119.24	25.45	25.45	55393	20707	1905
3	3.90	101.71	119.24	25.45	25.45	18798	47420	1710

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	94 di 106

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	-240.30	-442	0.00
2	2.10	-3.56	-7	0.00
3	3.90	249.61	459	0.00

Verifica sezioni trasverso [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	0.30	-101.10	92.05	25.45	25.45	64811	22150	2201
2	2.10	61.35	96.77	25.45	25.45	14541	32336	1360
3	3.90	-120.15	101.50	25.45	25.45	78415	26086	2610

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	184.48	402	0.00
2	2.10	-5.28	-12	0.00
3	3.90	-195.14	-425	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.35	-121.47	245.53	25.45	25.45	55330	29994	2711
2	2.42	0.74	215.01	25.45	25.45	4888	4649	328
3	4.50	-101.10	184.48	25.45	25.45	49205	24540	2251

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
----	---	---	----------	----------

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	95 di 106

1	0.35	123.91	270	0.00
2	2.42	-0.61	-1	0.00
3	4.50	-92.05	-201	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.35	-101.71	256.19	25.45	25.45	38690	26065	2277
2	2.42	1.20	225.66	25.45	25.45	5197	4812	350
3	4.50	-120.15	195.14	25.45	25.45	62398	28611	2666

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.35	-114.65	-250	0.00
2	2.42	9.96	22	0.00
3	4.50	101.50	221	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	112.36	114.95	25.45	25.45	20394	55217	1881
2	2.10	-107.88	114.95	25.45	25.45	52239	19685	1808
3	3.90	102.51	114.95	25.45	25.45	18832	48669	1721

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	-232.81	-428	0.00
2	2.10	2.17	4	0.00

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	96 di 106

3 3.90 235.30 433 0.00

Verifica sezioni trasverso [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	0.30	-102.66	91.96	25.45	25.45	66071	22445	2234
2	2.10	55.44	91.96	25.45	25.45	13246	28474	1231
3	3.90	-108.09	91.96	25.45	25.45	70427	23487	2348

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	177.17	386	0.00
2	2.10	-1.51	-3	0.00
3	3.90	-180.19	-393	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.35	-112.36	238.22	25.45	25.45	49450	27968	2510
2	2.42	1.76	207.69	25.45	25.45	4889	4323	331
3	4.50	-102.66	177.17	25.45	25.45	51602	24688	2282

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.35	118.68	259	0.00
2	2.42	-3.18	-7	0.00
3	4.50	-91.96	-200	0.00



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	97 di 106

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.35	-102.51	241.24	25.45	25.45	41486	25970	2293
2	2.42	0.15	210.71	25.45	25.45	4697	4649	314
3	4.50	-108.09	180.19	25.45	25.45	55371	25848	2400

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.35	-111.31	-243	0.00
2	2.42	6.86	15	0.00
3	4.50	91.96	200	0.00

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	0.30	25.45	25.45	241.23	-241.23	129.23	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.10	25.45	25.45	241.23	-241.23	-112.81	0.00	0.20	0.00	0.000
3	3.90	25.45	25.45	241.23	-241.23	104.52	0.00	0.20	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	0.30	25.45	25.45	179.59	-179.59	-87.45	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.10	25.45	25.45	179.59	-179.59	77.30	0.00	0.20	0.00	0.000
3	3.90	25.45	25.45	179.59	-179.59	-111.26	0.00	0.20	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	0.35	25.45	25.45	179.59	-179.59	-129.23	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.42	25.45	25.45	179.59	-179.59	5.34	0.00	0.20	0.00	0.000
3	4.50	25.45	25.45	179.59	-179.59	-87.45	0.00	0.20	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	0.35	25.45	25.45	179.59	-179.59	-104.52	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.42	25.45	25.45	179.59	-179.59	5.91	0.00	0.20	0.00	0.000

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	99 di 106

3	4.50	25.45	25.45	179.59	-179.59	-111.26	0.00	0.20	0.00	0.000
---	------	-------	-------	--------	---------	---------	------	------	------	-------

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	0.30	25.45	25.45	241.23	-241.23	117.84	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.10	25.45	25.45	241.23	-241.23	-105.52	0.00	0.20	0.00	0.000
3	3.90	25.45	25.45	241.23	-241.23	105.52	0.00	0.20	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	0.30	25.45	25.45	179.59	-179.59	-89.39	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.10	25.45	25.45	179.59	-179.59	69.90	0.00	0.20	0.00	0.000
3	3.90	25.45	25.45	179.59	-179.59	-96.18	0.00	0.20	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	0.35	25.45	25.45	179.59	-179.59	-117.84	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.42	25.45	25.45	179.59	-179.59	6.61	0.00	0.20	0.00	0.000
3	4.50	25.45	25.45	179.59	-179.59	-89.39	0.00	0.20	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	0.35	25.45	25.45	179.59	-179.59	-105.52	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.42	25.45	25.45	179.59	-179.59	4.60	0.00	0.20	0.00	0.000
3	4.50	25.45	25.45	179.59	-179.59	-96.18	0.00	0.20	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	0.30	25.45	25.45	241.23	-241.23	121.47	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.10	25.45	25.45	241.23	-241.23	-113.72	0.00	0.20	0.00	0.000
3	3.90	25.45	25.45	241.23	-241.23	101.71	0.00	0.20	0.00	0.000

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	100 di 106

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}
1	0.30	25.45	25.45	179.59	-179.59	-101.10	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.10	25.45	25.45	179.59	-179.59	61.35	0.00	0.20	0.00	0.000
3	3.90	25.45	25.45	179.59	-179.59	-120.15	0.00	0.20	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	0.35	25.45	25.45	179.59	-179.59	-121.47	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.42	25.45	25.45	179.59	-179.59	0.74	0.00	0.20	0.00	0.000
3	4.50	25.45	25.45	179.59	-179.59	-101.10	0.00	0.20	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	0.35	25.45	25.45	179.59	-179.59	-101.71	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.42	25.45	25.45	179.59	-179.59	1.20	0.00	0.20	0.00	0.000
3	4.50	25.45	25.45	179.59	-179.59	-120.15	0.00	0.20	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	0.30	25.45	25.45	241.23	-241.23	112.36	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.10	25.45	25.45	241.23	-241.23	-107.88	0.00	0.20	0.00	0.000
3	3.90	25.45	25.45	241.23	-241.23	102.51	0.00	0.20	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	0.30	25.45	25.45	179.59	-179.59	-102.66	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.10	25.45	25.45	179.59	-179.59	55.44	0.00	0.20	0.00	0.000
3	3.90	25.45	25.45	179.59	-179.59	-108.09	0.00	0.20	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}
----	---	-----------------	-----------------	----------------	----------------	---	---	------------------	----------------	-----------------

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	101 di 106

1	0.35	25.45	25.45	179.59	-179.59	-112.36	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.42	25.45	25.45	179.59	-179.59	1.76	0.00	0.20	0.00	0.000
3	4.50	25.45	25.45	179.59	-179.59	-102.66	0.00	0.20	0.00	0.000

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	0.35	25.45	25.45	179.59	-179.59	-102.51	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.42	25.45	25.45	179.59	-179.59	0.15	0.00	0.20	0.00	0.000
3	4.50	25.45	25.45	179.59	-179.59	-108.09	0.00	0.20	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]
0.30	-303.67	-108.64	-333.89	-169.78	114.95	170.44
2.10	35.42	156.50	-179.38	6.81	114.95	173.16
3.90	-141.88	49.76	225.92	350.75	114.95	179.30

Inviluppo sollecitazioni trasverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.30	-136.72	-7.00	114.79	258.46	84.83	135.75
2.10	46.10	108.09	-56.27	0.00	84.83	142.19
3.90	-209.67	-85.54	-277.78	-170.37	84.83	148.63

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.35	-303.67	-108.64	117.42	298.90	169.78	340.88
2.42	0.74	73.02	-3.76	65.95	142.28	299.67
4.50	-136.72	-7.00	-135.75	-84.83	114.79	258.46

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.35	-141.88	49.76	-162.11	-45.34	231.41	360.20
2.42	0.15	20.96	-0.27	67.99	200.89	318.99
4.50	-209.67	-85.54	84.83	148.63	170.37	277.78

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{\min} [kPa]	σ_{\max} [kPa]
0.30	0	196
2.10	82	217
3.90	146	469

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	25.45	25.45	2.33
2.10	25.45	25.45	5.39
3.90	25.45	25.45	4.65

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Red}	A_{sw}
0.30	282.33	0.00	2035.67	0.00
2.10	282.33	0.00	0.00	0.00
3.90	282.33	0.00	2035.67	0.00

Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.30	25.45	25.45	3.80
2.10	25.45	25.45	6.41
3.90	25.45	25.45	2.85

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



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	103 di 106

0.30	254.92	0.00	1712.70	0.00
2.10	256.08	0.00	0.00	0.00
3.90	257.23	0.00	1716.05	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.35	25.45	25.45	1.92
2.42	25.45	25.45	8.38
4.50	25.45	25.45	4.31

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.35	284.59	0.00	0.00	0.00
2.42	279.03	0.00	0.00	0.00
4.50	273.47	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.35	25.45	25.45	5.82
2.42	25.45	25.45	18.78
4.50	25.45	25.45	3.20

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.35	287.20	0.00	0.00	0.00
2.42	281.64	0.00	0.00	0.00
4.50	276.07	0.00	0.00	0.00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	104 di 106

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.30	25.45	25.45	2160	64771	23284
2.10	25.45	25.45	1905	20707	55393
3.90	25.45	25.45	1837	52763	20027

X	τ _c	A _{sw}
0.30	-448	0.00
2.10	13	0.00
3.90	470	0.00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.30	25.45	25.45	2234	22445	66071
2.10	25.45	25.45	1714	46463	17691
3.90	25.45	25.45	2610	26086	78415

X	τ _c	A _{sw}
0.30	410	0.00
2.10	-14	0.00
3.90	-439	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.35	25.45	25.45	2881	31655	60780
2.42	25.45	25.45	412	4649	5867



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	105 di 106

4.50	25.45	25.45	2282	24688	51602
------	-------	-------	------	-------	-------

Y	τ_c	A_{sw}
0.35	285	0.00
2.42	10	0.00
4.50	-201	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fl}	A_{fs}	σ_c	σ_{fl}	σ_{fs}
0.35	25.45	25.45	2447	27251	48343
2.42	25.45	25.45	431	4812	6175
4.50	25.45	25.45	2666	28611	62398

Y	τ_c	A_{sw}
0.35	-261	0.00
2.42	22	0.00
4.50	221	0.00



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

Tombino alla pk 18+050: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3800 001	A	106 di 106

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

<i>IC</i>	Indice della combinazione
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
<i>q_u</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]
<i>Q_u</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN/m]
<i>Q_v</i>	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN/m]
<i>FS</i>	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N _c	N _q	N _γ	N' _c	N' _q	N' _γ	q _u	Q _u	Q _v	FS
1	18.05	8.66	4.82	30.37	11.50	5.90	2599	10917.12	784.48	13.92
2	18.05	8.66	4.82	30.57	11.57	6.06	2650	11131.40	766.86	14.52
3	18.05	8.66	4.82	30.51	11.55	6.01	2685	11275.04	744.13	15.15
4	18.05	8.66	4.82	15.15	5.74	0.23	503	2112.77	510.80	4.14
5	18.05	8.66	4.82	30.68	11.62	6.15	2718	11413.88	736.59	15.50
6	18.05	8.66	4.82	15.11	5.72	0.24	505	2119.37	505.24	4.19
7	18.05	8.66	4.82	16.14	6.11	0.07	599	2517.33	557.86	4.51
8	18.05	8.66	4.82	16.10	6.10	0.07	602	2526.97	552.29	4.58