

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

TOMBINI IDRAULICI

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230

Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 78 CL IN3900 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:RS3E50D78CLIN3900001A.doc

n. Elab.: 678

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

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 <i>Peso proprio (cond. di carico 1)</i>	21
	8.2.2 <i>Permanenti (cond. di carico 2)</i>	21
	8.2.3 <i>Spinta del terreno (cond. di carico 3/4)</i>	22
	8.2.4 <i>Spinta in presenza di falda (cond. di carico 5)</i>	22
	8.2.5 <i>Azioni Sismiche (cond. di carico 6/7)</i>	23
	8.2.6 <i>Ritiro e viscosità (cond. di carico 8)</i>	24
	8.2.7 <i>Variazioni termiche della struttura (cond. di carico 9)</i>	24
	8.2.8 <i>Azioni variabili da traffico (cond. di carico 10/11)</i>	25
	8.2.9 <i>Azioni di avviamento/frenatura associati al passaggio dei treni sul traverso (cond. 10/11)</i>	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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	3 di 111

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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	4 di 111

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 IN39 previsto lungo l'asse principale di progetto in corrispondenza della pk 18+230.

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

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

WBS	OPERA	pk. [m]	Sez. di calcolo	Risoluzione Interferenza	B (m)	H (m)	S _P (m)	S _T (m)	S _F (m)	r (m)
IN39	Tombino scatolare	18+230	B - B	Linea PA-CT	2.00	2.00	0.50	0.50	0.60	4.29
			C - C	Viabilità NI08	2.00	2.00	0.50	0.50	0.60	0.53
			E - E	Linea Variante	2.00	2.00	0.50	0.50	0.60	1.62
			F - F	Viabilità NI07	2.00	2.00	0.50	0.50	0.60	0.60

Dove si è indicato con:

B : Larghezza netta interna dell'opera

H : Altezza netta interna dell'opera

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

*r : Spessore ricoprimento (da estradosso 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. B-B, che risulta essere la più gravosa per condizioni di carico tra quelle presenti lungo lo sviluppo dell'opera.

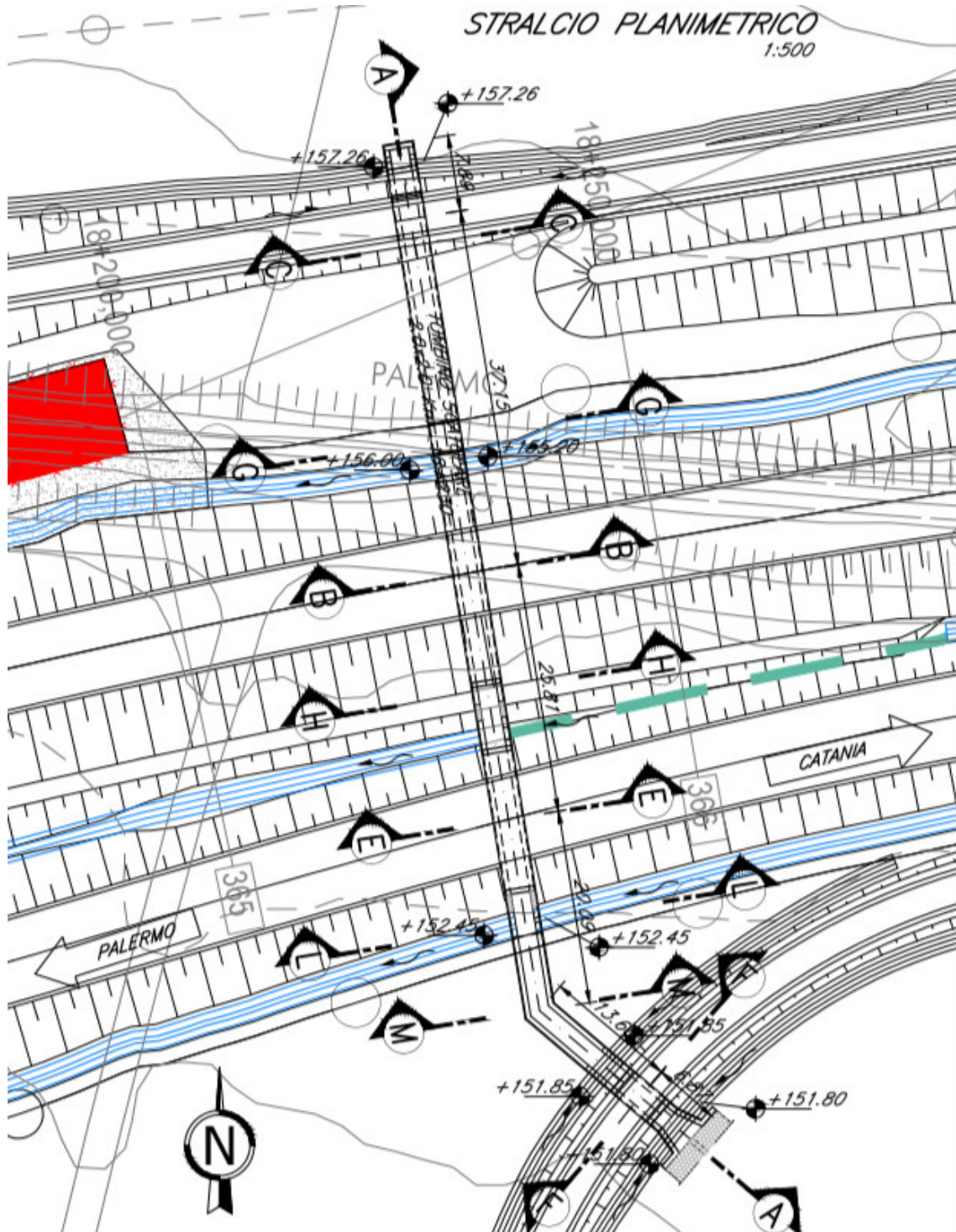


Figura 1 – Inquadramento planimetrico

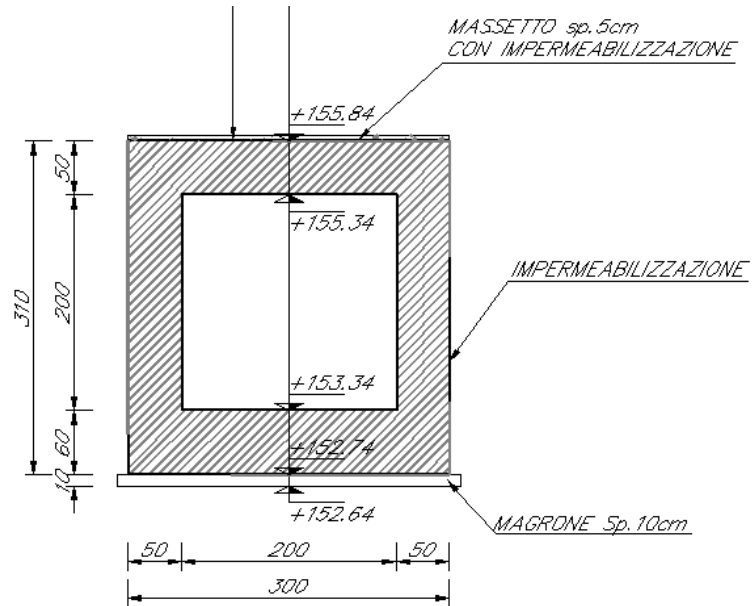


Figura 2 – Sezione trasversale B-B

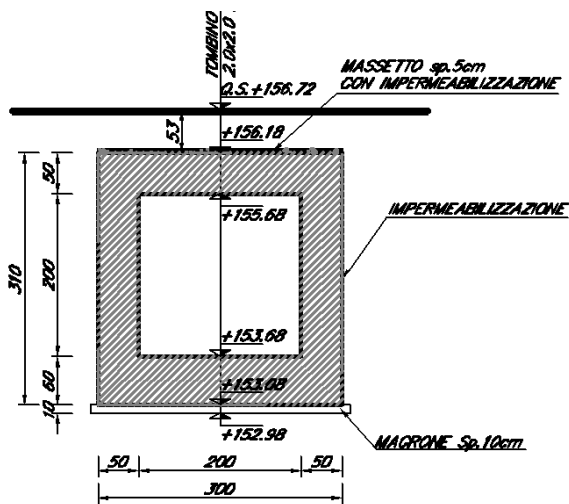


Figura 3 – Sezione trasversale C-C

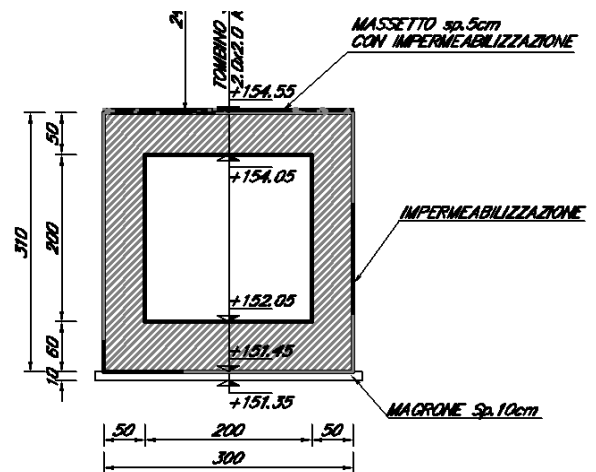


Figura 4 – Sezione trasversale E-E

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	7 di 111

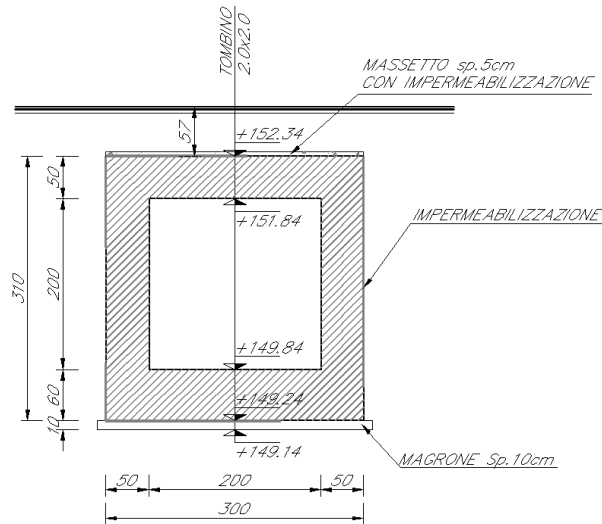


Figura 5 – Sezione trasversale F-F



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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	8 di 111

4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 Documenti Referenziati

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

Normative e Documenti tecnici generali

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

Documenti Tecnici RFI e/o di ambito ferroviario

- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 B– rev 22/12/2017)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 B– rev 22/12/2017)
- Rif. [10] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 7 / Geologia (RFI DTC SI CS GE IFS 001 A – rev 22/12/2017)
- Rif. [11] Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Rif. [12] Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili (RFIDTCSICSSPIFS005 B - rev 22/12/2017)

5. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Dall'esame di quanto riportato nella relazione geotecnica di riferimento e in relazione alle progressive in esame, emerge che il volume di terreno direttamente interagente con l'opera, significativo per la verifica a carico limite, è costituito dall'alternanza delle unità b2 e bnc che presentano le seguenti proprietà:

Unità b2 – Depositi eluvio-colluviali

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{nat}} &= 19.0 \text{ kN/m}^3 \\ c' &= 0 \text{ kPa} \\ \varphi' &= 25^\circ \\ k &= 5 \cdot 10^{-7} \div 4 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} \\ E'_{\text{op}} &= 15 \div 30 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Unità bnc – Depositi terrazzati coesivi limoso argillosi

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{nat}} &= 19.0 \div 20.0 \text{ kN/m}^3 \\ c' &= 5 \div 12 \text{ kPa} \\ \varphi' &= 23 \div 25^\circ \\ c_u &= 50 \div 400 \text{ kPa} \\ k &= 6.5 \cdot 10^{-8} \div 1.5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} \\ V_s &= 160 \div 190 \text{ m/s} \\ G_o &= 50 \div 70 \text{ MPa} \\ E_o &= 130 \div 180 \text{ MPa}\end{aligned}$$

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 rinfianco, 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 $\gamma = 20 \text{ kN/mc}$;
angolo di attrito $\varphi' = 38^\circ$;

Il livello di falda locale è posto a circa 1-2m d p.c. locale. Cautelativamente si assume falda 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 Rinfianco	Terreno da rilevato ferroviario	20	38	0	50	0
Terreno di Fondazione	bbc	20	24	0*	40	7419

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

*Cautelativamente si considera come terreno di fondazione l'unità bnc assumendo $c'=0$ ed $E'=40 \text{ MPa}$.

5.1 interazione terreno-fondazione

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

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

dove:

E' = modulo di deformazione elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson = 0.3;

B = larghezza della fondazione.

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

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

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

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

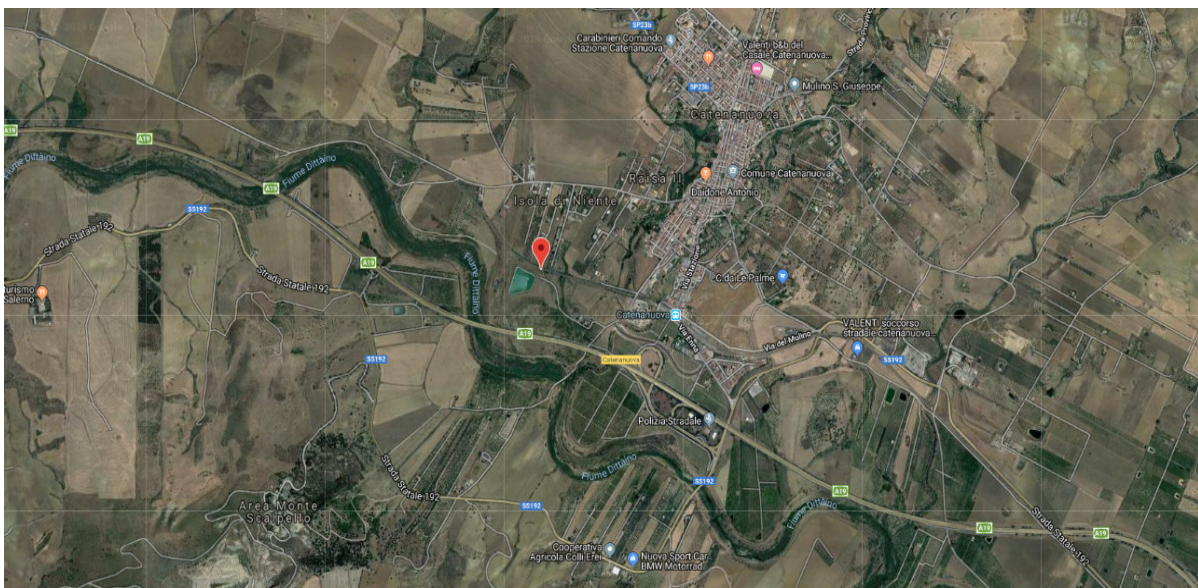
Di seguito si riportano, in forma tabellare, i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, sulla scorta del valore di progetto di E attribuito allo strato di Fondazione, avendo considerato una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaboranti:

$E'(\text{KN/m}^2) =$	40000
$\nu =$	0.25
$B (\text{m}) =$	3.0
$L (\text{m}) =$	22.0
$c_t =$	1.92
$K_w [\text{kN/m}^3] =$	7419

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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	12 di 111

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 2008/2008 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 $V_N = 75$.

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_{V_R} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

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

da cui si ottiene la seguente Tabella:

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

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

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

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

6.5 Caratterizzazione sismica del terreno

Categorie di Sottosuolo

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

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

Amplificazione Stratigrafica e Topografica

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

Tabella 4 Tabella delle espressioni per S_S e C_C

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C

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

Tabella 5 Valori massimi del coeff. di amplificazione topografica S_T

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

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

Nel caso in esame:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

C

CATEGORIA TOPOGRAFICA

T1

6.6 Parametri sismici di calcolo

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_q	0.161 g
F_0	2.524
T_C^*	0.534 s
S_S	1.456
C_C	1.291
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.456
η	1.000
T_B	0.230 s
T_C	0.690 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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	17 di 111

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 DM2008 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)	$\sigma_c = 0.55f_{ck} = 16.5 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)
Tensione massima di compressione in esercizio (NTC 2008)	$\sigma_c = 0.60f_{ck} = 18.0 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)

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

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

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


- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 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 2008.2008

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si adotta il limite **w1=0,20 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI Tombini ferroviari e stradali					
	IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IN3900 001	REV. A

8. CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE

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

8.1 Metodologia di calcolo

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

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

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

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

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u

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

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

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

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

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

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- Calcolo della spinta del terreno;

- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

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

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

8.2 Azioni

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

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

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

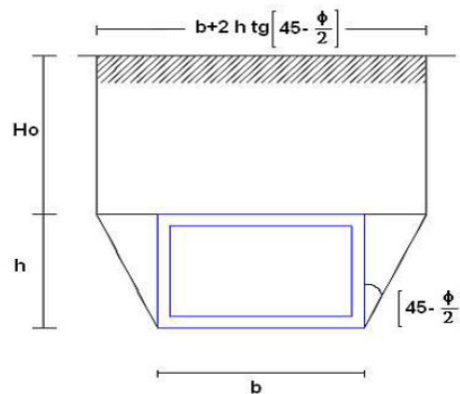
Nel seguito si andranno ad esporre in dettaglio, le valutazioni di calcolo effettuate per ciascuna delle condizioni citate.

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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	23 di 111

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	C	0.161	1.456	0.234	1.00	0.234

dove:

- a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito,
- β è il coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 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					
IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IN3900 001	REV. A	FOGLIO 24 di 111

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 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 $+2.5^\circ\text{C}$) 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.

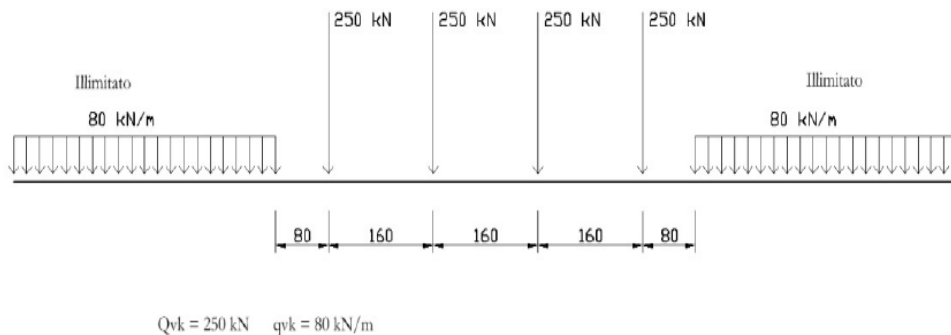


Figura 8 - Treno LM71

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

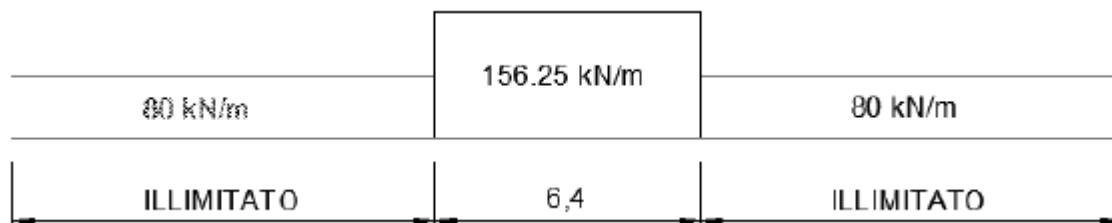
TRENO DI CARICO LM71	
Assi di carico "Q _{1k} "	250 kN
n° assi di carico	4
Carico illimitato "q _{1k} "	80 kN/m

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"	4.29	m
spessore soletta "hs"	0.50	m
Larghezza traversina	2.4	m
Larghezza diffusione trasv. "b"	10.00	m
Qvk (a livello dell'asse della soletta)	15.6	kPa
qvk (a livello dell'asse della soletta)	8.0	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 alle 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 $Q_{vk,din}$	17.2 kPa	$q = q_{equivalente} \times \alpha \times \phi$
Carico Illimitato Dinamizzato $q_{vk,din}$	8.8 kPa	$q = q_{equivalente} \times \alpha \times \phi$

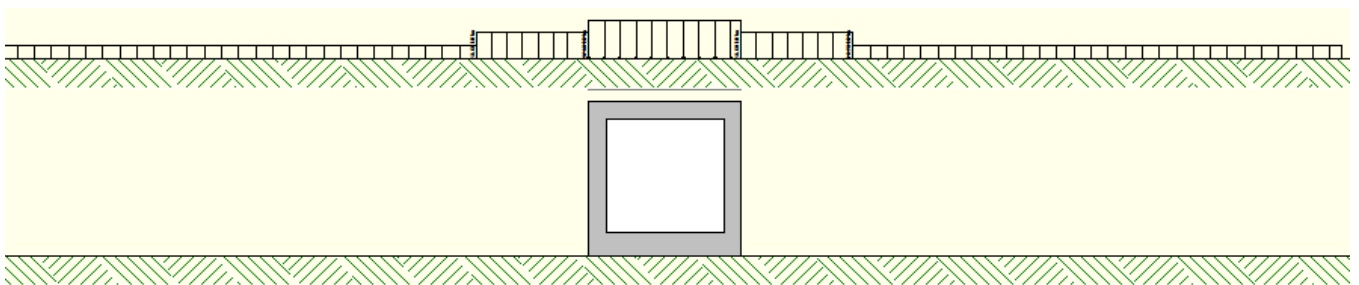
Il carico Q_{vk} è dunque applicato ad intradosso ballast su una fascia di 6.40m trascurando cautelativamente la diffusione all'interno del ballast. In direzione longitudinale la diffusione all'interno del terreno di ricoprimento, è svolta in automatico dal software di calcolo considerando come angolo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

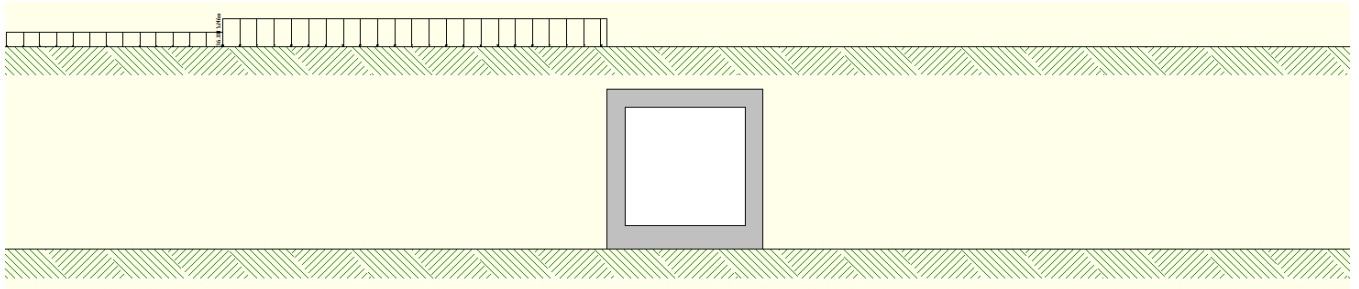
- una prima condizione di carico (Q_{CEN}) finalizzata alla massimizzazione degli effetti flessionali su traverso ed a testa piedritti;
- una seconda condizione (Q_{LAT}) con finalità di massimizzare gli effetti flessionali in mezzera piedritto.

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"	10.0	m
<i>Avviamento su traverso superiore</i>	3.6	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"	10.0	m
<i>Frenatura su traverso superiore</i>	3.8	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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI Tombini ferroviari e stradali					
	IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IN3900 001	REV. A

8.3 Approcci progettuali e metodi di verifica

Come prescritto dal DM 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 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 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

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

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

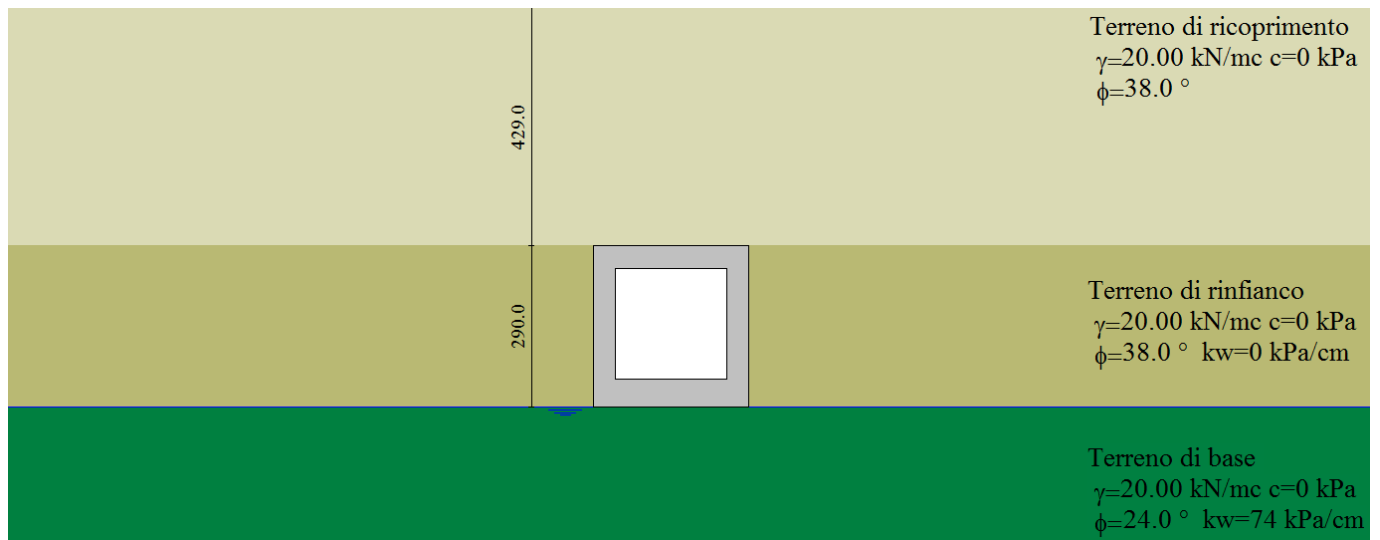
L'espressione di Meyerhof presuppone pertanto l'orizzontalità del piano di posa, condizione verificata per il caso in esame.

9. RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE

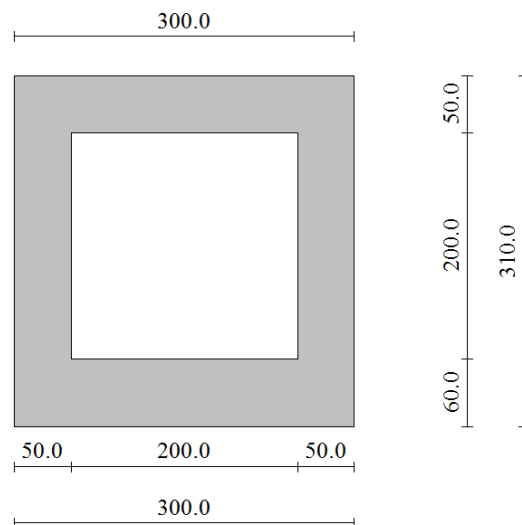
Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.14 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

9.1 MODELLO DI CALCOLO

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

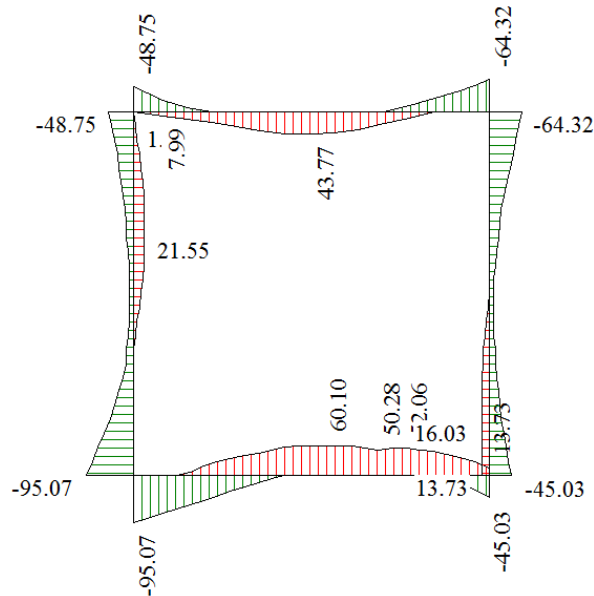


Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 1/2

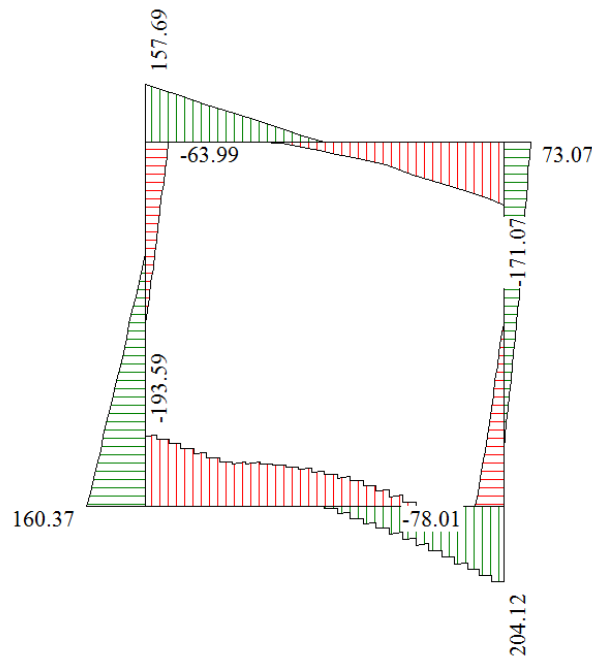


Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

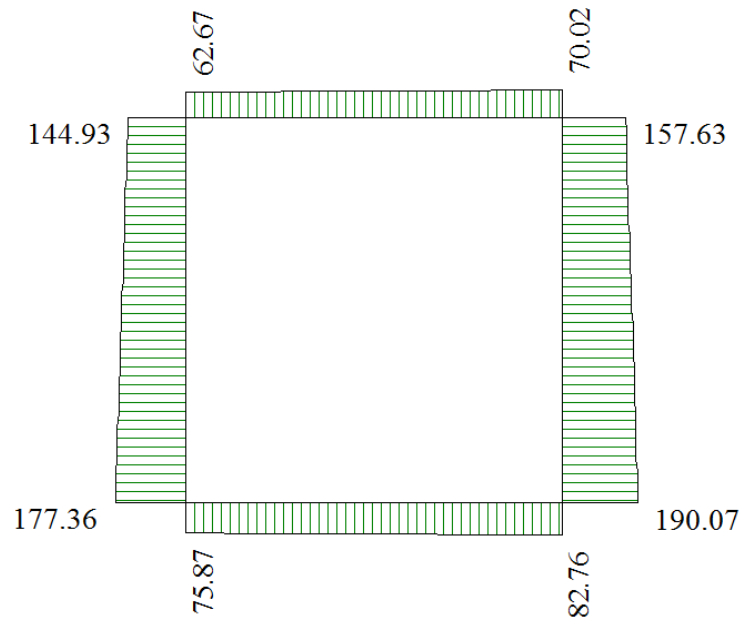
9.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO



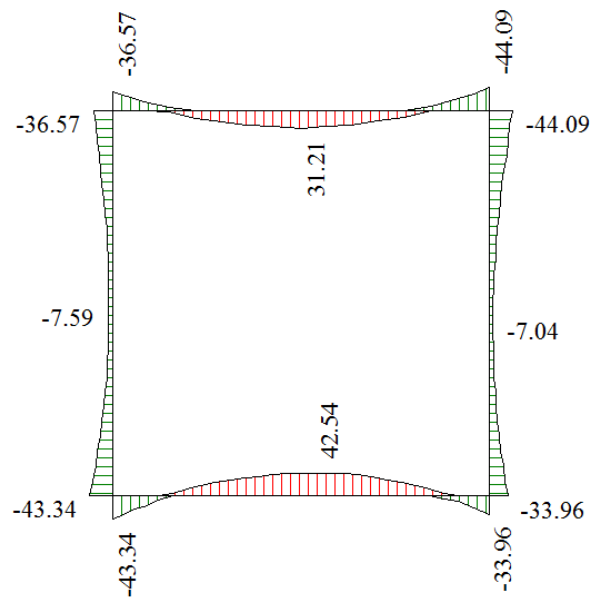
Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico



Inviluppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico



Involuppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico



Involuppo diagrammi del momento flettente – SLE

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	Φ16/10 cm	Φ16/10 cm	Spilli 6 φ 8mq
PIEDRITTI	Φ16/10 cm	Φ16/10 cm	Spilli 6 φ 8mq
FONDAZIONE	Φ16/10 cm	Φ16/10 cm	Spilli 6 φ 8mq

Af1 : Armatura lato esterno (terreno)

Af2 : Armatura lato interno

L'armatura longitudinale disposta è maggiore rispetto a quella necessaria per garantire il soddisfacimento delle verifiche a pressoflessione. Tuttavia si necessita di tale armatura per garantire il soddisfacimento delle verifiche a taglio in assenza di armature a taglio.

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

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

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



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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	35 di 111

VERIFICA A TAGLIO						
Sezione	V_{Ed}	b	h	V_{Rd}	Verificato	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
*Traverso	150	100	50	213	SI	Spilli 6 ϕ 8mq
*Piedritti	150	100	50	213	SI	Spilli 6 ϕ 8mq
*Fondazione	190	100	60	234.6	SI	Spilli 6 ϕ 8mq

*è stato verificato come un elemento in c.a. non armato a taglio ($V_{Ed} < V_{Rct}$). Tuttavia si considera un minimo di armatura a taglio costituito da Spilli 6 ϕ 8mq.

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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	36 di 111

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	3.10	[m]
Larghezza esterna	3.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.50	[m]
Spessore piedritto destro	0.50	[m]
Spessore fondazione	0.60	[m]
Spessore traverso	0.50	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	4.29	[m]
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	38.00	[°]
Coesione	0	[kPa]

Strato di rinfianco

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

Strato di base

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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	38 di 111

Angolo di attrito terreno struttura	24.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	74	[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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	39 di 111

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 = -1.80	X _f = 0.00	V _{ni} = 15.60	V _{nf} = 15.60	
Distr	Terreno	X _i = 0.00	X _f = 2.80	V _{ni} = 17.20	V _{nf} = 17.20	
Distr	Terreno	X _i = 2.80	X _f = 4.40	V _{ni} = 15.60	V _{nf} = 15.60	
Distr	Traverso	X _i = 0.00	X _f = 2.80	V _{ni} = 0.00	V _{nf} = 0.00	V _{ti} = 3.80 V _{tf} = 3.80
Distr	Terreno	X _i = -10.00	X _f = -1.80	V _{ni} = 8.00	V _{nf} = 8.00	
Distr	Terreno	X _i = 4.40	X _f = 12.80	V _{ni} = 8.00	V _{nf} = 8.00	

Condizione di carico n° 8 (Qlaterale)

Distr	Terreno	X _i = -10.00	X _f = -6.40	V _{ni} = 8.00	V _{nf} = 8.00	
Distr	Terreno	X _i = -6.40	X _f = 0.00	V _{ni} = 15.60	V _{nf} = 15.60	

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			
------	----------	--------------------------	--------------------------	--	--	--



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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	40 di 111

Condizione di carico n° 11 (BALLAST)

Distr Terreno $X_i = -10.00$ $X_i = 12.80$ $V_{ni} = 18.00$ $V_{ni} = 18.00$

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

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

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

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

con:

d altezza utile sezione [mm]
 b_w larghezza minima sezione [mm]
 σ_{cp} tensione media di compressione [N/mm²]
 ρ_l rapporto geometrico di armatura
 A_{sw} area armatura trasversale [mm²]
 s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
 α_c coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}

$$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$$

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

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

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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	41 di 111

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]

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
γ_{tanp}	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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	43 di 111

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

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

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	44 di 111

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

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

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

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

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

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

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

Effetto	γ	Ψ	C
---------	----------	--------	---

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	45 di 111

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
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
----------------	----------------------------	--------------------------	----------

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	46 di 111

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
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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	47 di 111

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	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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	48 di 111

Qcentrale	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° 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



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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	49 di 111

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]



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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	50 di 111

a Riposo [combinazione 14]

a Riposo [combinazione 15]

a Riposo [combinazione 16]

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 $a_g =$	1.58 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.46
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 23.44$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 11.72$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.00 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 0.00$

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	51 di 111

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Spinta sismica Wood

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	0.707
5	0.384	0.000
6	0.384	0.707
7	0.384	0.707
8	0.384	0.707
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	28
Numero elementi trasverso	16
Numero elementi piedritto sinistro	26
Numero elementi piedritto destro	26
Numero molle fondazione	29
Numero molle piedritto sinistro	27
Numero molle piedritto destro	27

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-75.3205	-193.5921	85.3474
1.50	63.2263	-6.2754	85.3474
2.75	-56.3292	204.1227	85.3474

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-43.6709	157.6904	56.6631
1.50	51.0862	-7.9402	63.5506
2.75	-60.9947	-171.0730	70.4381

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-75.3205	92.7160	199.8904
1.57	-11.8796	9.5917	178.7904
2.85	-43.6709	-56.6631	157.6904

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-56.3292	-78.0085	213.2729
1.57	-11.3431	4.6495	192.1729
2.85	-60.9947	70.4381	171.0730

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-68.1712	-187.5948	77.3266
1.50	63.2722	-2.8800	77.3266
2.75	-53.9278	195.4927	77.3266

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)

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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	53 di 111

0.25	-55.2648	151.7977	61.5031
1.50	36.7592	-5.9551	66.6687
2.75	-68.2577	-161.8346	71.8344

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-68.1712	82.8554	193.9977
1.57	-15.7023	2.2415	172.8977
2.85	-55.2648	-61.5031	151.7977

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-53.9278	-71.8248	204.0346
1.57	-15.2999	8.4395	182.9346
2.85	-68.2577	71.8344	161.8346

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-65.0477	-181.9668	79.4652
1.50	56.9137	3.3120	79.4652
2.75	-58.6756	183.9434	79.4652

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-45.5296	146.5493	56.7933
1.50	45.2009	-1.3805	56.7933
2.75	-48.9808	-149.3103	56.7933

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-65.0477	83.3312	188.7492
1.57	-10.6224	4.8343	167.6492
2.85	-45.5296	-56.7933	146.5493

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	54 di 111

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-58.6756	-75.6267	191.5102
1.57	-11.6178	-0.9820	170.4102
2.85	-48.9808	56.7933	149.3103

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-112.2231	-98.9148	83.5825
1.50	18.0548	-88.6187	87.8924
2.75	10.1757	142.0377	92.2024

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-1.2910	71.3190	63.9909
1.50	25.5392	-28.6475	68.5325
2.75	-72.5611	-128.2694	73.0742

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-112.2231	159.3147	98.9147
1.57	14.4227	41.4140	85.1168
2.85	-1.2910	-63.9909	71.3190

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	10.1757	-16.5008	155.8651
1.57	-2.6396	34.5346	142.0672
2.85	-72.5611	73.0742	128.2694

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-60.4666	-178.8758	72.9150
1.50	58.5378	4.3105	72.9150
2.75	-55.6876	180.3583	72.9150

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-56.6589	143.4419	61.6008
1.50	32.3452	-1.0354	61.6008
2.75	-59.2473	-145.5126	61.6008

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-60.4666	75.8168	185.6418
1.57	-14.7594	-1.3266	164.5418
2.85	-56.6589	-61.6008	143.4419

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-55.6876	-70.0384	187.7125
1.57	-15.5059	4.2158	166.6126
2.85	-59.2473	61.6008	145.5126

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-110.2775	-97.6596	82.4737
1.50	17.9957	-85.9457	86.7837
2.75	9.0994	139.1764	91.0937

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-1.7773	70.0638	63.5278
1.50	24.8494	-27.4611	67.1195
2.75	-70.4301	-124.9861	70.7111

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-110.2775	156.9442	97.6595
1.57	14.2492	40.4603	83.8616

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	56 di 111

2.85 -1.7773 -63.5278 70.0638

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	9.0994	-16.6533	152.5818
1.57	-2.8169	33.2769	138.7839
2.85	-70.4301	70.7111	124.9861

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-115.2234	-109.8436	84.6380
1.50	26.1912	-85.9607	88.9480
2.75	7.2008	153.0141	93.2580

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-1.5993	74.9208	62.9352
1.50	27.4884	-28.6373	67.4768
2.75	-72.8439	-131.8508	72.0185

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-115.2234	160.3704	109.8435
1.57	12.7684	42.4697	92.3822
2.85	-1.5993	-62.9352	74.9208

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	7.2008	-17.5565	166.7735
1.57	-4.2684	33.4789	149.3122
2.85	-72.8439	72.0185	131.8508

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-113.2337	-108.5905	83.5072

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	57 di 111

1.50	25.9455	-83.3073	87.8172
2.75	6.1738	150.1121	92.1272

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-2.0974	73.6677	62.4941
1.50	26.7893	-27.4489	66.0857
2.75	-70.7197	-128.5655	69.6774

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-113.2337	157.9780	108.5904
1.57	12.6110	41.4940	91.1290
2.85	-2.0974	-62.4941	73.6677

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	6.1738	-17.6870	163.4882
1.57	-4.4244	32.2431	146.0268
2.85	-70.7197	69.6774	128.5655

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-45.1464	-123.7675	57.4116
1.50	35.2423	5.3435	57.4116
2.75	-45.1464	123.7675	57.4116

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-29.5095	97.4159	36.8390
1.50	31.3755	0.0000	36.8390
2.75	-29.5095	-97.4159	36.8390

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	58 di 111

0.30	-45.1464	57.4215	128.6751
1.57	-7.2813	4.0433	113.0455
2.85	-29.5095	-36.8390	97.4159

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-45.1464	-57.4215	128.6751
1.57	-7.2813	-4.0433	113.0455
2.85	-29.5095	36.8390	97.4159

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-54.1380	-137.0010	62.3848
1.50	41.9177	-2.1508	62.3848
2.75	-43.6600	142.8110	62.3848

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-29.5980	110.4205	38.8876
1.50	37.3186	-4.3808	42.6876
2.75	-39.1559	-117.8039	46.4876

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-54.1380	66.4529	141.6797
1.57	-8.2896	7.5347	126.0501
2.85	-29.5980	-38.8876	110.4205

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-43.6600	-58.3384	149.0631
1.57	-7.9936	0.3225	133.4335
2.85	-39.1559	46.4876	117.8039

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	59 di 111

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-48.4702	-130.5870	59.1395
1.50	38.4349	3.1388	59.1395
2.75	-44.9546	131.6775	59.1395

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-30.6234	104.2736	38.9594
1.50	34.0715	-0.7616	38.9594
2.75	-32.5276	-105.7969	38.9594

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-48.4702	61.2751	135.5328
1.57	-7.5960	4.9099	119.9032
2.85	-30.6234	-38.9594	104.2736

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-44.9546	-57.0243	137.0561
1.57	-8.1451	-2.7846	121.4265
2.85	-32.5276	38.9594	105.7969

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-44.5058	-123.7673	56.2101
1.50	35.8820	5.3434	56.2101
2.75	-44.5058	123.7673	56.2101

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-31.9332	97.4159	38.0408
1.50	28.9517	0.0000	38.0408
2.75	-31.9332	-97.4159	38.0408

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-44.5058	56.2198	128.6751
1.57	-8.1729	2.8416	113.0455
2.85	-31.9332	-38.0408	97.4159

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-44.5058	-56.2198	128.6751
1.57	-8.1729	-2.8416	113.0455
2.85	-31.9332	38.0408	97.4159

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-55.7453	-140.3091	62.4266
1.50	44.2263	-4.0245	62.4266
2.75	-42.6478	147.5716	62.4266

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-32.0438	113.6716	40.6015
1.50	36.3806	-5.4760	45.3515
2.75	-43.9913	-122.9010	50.1015

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-55.7453	67.5090	144.9308
1.57	-9.4332	7.2059	129.3012
2.85	-32.0438	-40.6015	113.6716

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-42.6478	-57.3659	154.1602
1.57	-9.0632	2.6157	138.5306
2.85	-43.9913	50.1015	122.9010

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-48.6606	-132.2917	58.3699
1.50	39.8728	2.5875	58.3699
2.75	-44.2660	133.6549	58.3699

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-33.3257	105.9881	40.6912
1.50	32.3218	-0.9521	40.6912
2.75	-35.7058	-107.8922	40.6912

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-48.6606	61.0368	137.2473
1.57	-8.5662	3.9249	121.6177
2.85	-33.3257	-40.6912	105.9881

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-44.2660	-55.7233	139.1514
1.57	-9.2527	-1.2681	123.5218
2.85	-35.7058	40.6912	107.8922

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-50.9349	-137.0000	56.3773
1.50	45.1165	-2.1513	56.3773
2.75	-40.4569	142.8100	56.3773

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-41.7168	110.4205	44.8962
1.50	25.1998	-4.3808	48.6962

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	62 di 111

2.75 -51.2748 -117.8039 52.4962

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-50.9349	60.4443	141.6797
1.57	-12.7474	1.5262	126.0501
2.85	-41.7168	-44.8962	110.4205

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-40.4569	-52.3298	149.0631
1.57	-12.4514	6.3311	133.4335
2.85	-51.2748	52.4962	117.8039

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-45.2671	-130.5861	53.1319
1.50	41.6337	3.1383	53.1319
2.75	-41.7515	131.6766	53.1319

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-42.7423	104.2736	44.9680
1.50	21.9527	-0.7616	44.9680
2.75	-44.6464	-105.7969	44.9680

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-45.2671	55.2665	135.5328
1.57	-12.0538	-1.0986	119.9032
2.85	-42.7423	-44.9680	104.2736

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-41.7515	-51.0158	137.0561



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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	63 di 111

1.57	-12.6030	3.2240	121.4265
2.85	-44.6464	44.9680	105.7969

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	151
1.50	185
2.75	220

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	154
1.50	179
2.75	205

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	163
1.50	172
2.75	182

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	0
1.50	92
2.75	332

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	162
1.50	169
2.75	177

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	0
1.50	93
2.75	322

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	0
1.50	116
2.75	330

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	0
1.50	115
2.75	321

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	118
1.50	118
2.75	118

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	112
1.50	131
2.75	150

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	119
1.50	124
2.75	129

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	118
1.50	118
2.75	118

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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	66 di 111

0.25	111
1.50	134
2.75	158

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	119
1.50	125
2.75	132

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	112
1.50	131
2.75	150

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	σ_t [kPa]
0.25	119
1.50	124
2.75	129

Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

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

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

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 60.00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.25	75.32 (75.32)	85.35	615.24	542.96	20.11	20.11	7.21
2	1.50	-63.23 (-63.88)	85.35	775.92	-580.74	20.11	20.11	9.09
3	2.75	56.33 (75.32)	85.35	615.24	542.96	20.11	20.11	7.21

Verifiche taglio

N°	X	V	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Red}	A_{sw}
1	0.25	-193.59	232.08	0.00	0.00	0.00
2	1.50	-6.28	232.08	0.00	0.00	0.00
3	2.75	204.12	232.08	0.00	0.00	0.00

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



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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	68 di 111

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-43.67 (-60.99)	56.66	361.14	-388.74	20.11	20.11	6.37
2	1.50	51.09 (51.09)	63.55	520.87	418.71	20.11	20.11	8.20
3	2.75	-60.99 (-60.99)	70.44	473.21	-409.77	20.11	20.11	6.72

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	157.69	207.74	0.00	0.00	0.00
2	1.50	-7.94	208.65	0.00	0.00	0.00
3	2.75	-171.07	209.56	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-75.32 (-75.32)	199.89	1601.86	-603.60	20.11	20.11	8.01
2	1.57	-11.88 (-15.68)	178.79	5701.80	-499.99	20.11	20.11	31.89
3	2.85	-43.67 (-66.11)	157.69	1355.34	-568.21	20.11	20.11	8.59

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	92.72	226.64	0.00	0.00	0.00
2	1.57	9.59	223.86	0.00	0.00	0.00
3	2.85	-56.66	221.07	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	69 di 111

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-56.33 (-60.99)	213.27	2412.80	-690.05	20.11	20.11	11.31
2	1.57	-11.34 (-13.18)	192.17	6227.54	-427.25	20.11	20.11	32.41
3	2.85	-60.99 (-60.99)	171.07	1744.53	-622.00	20.11	20.11	10.20

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	-78.01	228.41	0.00	0.00	0.00
2	1.57	4.65	225.63	0.00	0.00	0.00
3	2.85	70.44	222.84	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	68.17 (68.17)	77.33	616.12	543.17	20.11	20.11	7.97
2	1.50	-63.27 (-63.62)	77.33	677.89	-557.69	20.11	20.11	8.77
3	2.75	53.93 (68.17)	77.33	616.12	543.17	20.11	20.11	7.97

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	-187.59	231.00	0.00	0.00	0.00
2	1.50	-2.88	231.00	0.00	0.00	0.00
3	2.75	195.49	231.00	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

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



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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	70 di 111

1	0.25	-55.26 (-68.26)	61.50	348.07	-386.29	20.11	20.11	5.66
2	1.50	36.76 (36.76)	66.67	882.39	486.52	20.11	20.11	13.24
3	2.75	-68.26 (-68.26)	71.83	420.92	-399.96	20.11	20.11	5.86

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	151.80	208.38	0.00	0.00	0.00
2	1.50	-5.96	209.06	0.00	0.00	0.00
3	2.75	-161.83	209.74	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-68.17 (-68.17)	194.00	1784.85	-627.20	20.11	20.11	9.20
2	1.57	-15.70 (-16.59)	172.90	5485.60	-526.36	20.11	20.11	31.73
3	2.85	-55.26 (-68.17)	151.80	1210.51	-543.63	20.11	20.11	7.97

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	82.86	225.87	0.00	0.00	0.00
2	1.57	2.24	223.08	0.00	0.00	0.00
3	2.85	-61.50	220.30	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-53.93 (-68.26)	204.03	1930.27	-645.75	20.11	20.11	9.46
2	1.57	-15.30 (-18.64)	182.93	5339.74	-544.15	20.11	20.11	29.19

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	71 di 111

3	2.85	-68.26 (-68.26)	161.83	1341.69	-565.89	20.11	20.11	8.29
---	------	-----------------	--------	---------	---------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	-71.82	227.19	0.00	0.00	0.00
2	1.57	8.44	224.41	0.00	0.00	0.00
3	2.85	71.83	221.62	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	65.05 (65.05)	79.47	682.68	558.82	20.11	20.11	8.59
2	1.50	-56.91 (-56.91)	79.47	827.93	-592.97	20.11	20.11	10.42
3	2.75	58.68 (65.05)	79.47	682.68	558.82	20.11	20.11	8.59

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	-181.97	231.29	0.00	0.00	0.00
2	1.50	3.31	231.29	0.00	0.00	0.00
3	2.75	183.94	231.29	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-45.53 (-48.98)	56.79	475.66	-410.23	20.11	20.11	8.38
2	1.50	45.20 (45.20)	56.79	527.70	419.99	20.11	20.11	9.29
3	2.75	-48.98 (-48.98)	56.79	475.66	-410.23	20.11	20.11	8.38



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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	72 di 111

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	146.55	207.76	0.00	0.00	0.00
2	1.50	-1.38	207.76	0.00	0.00	0.00
3	2.75	-149.31	207.76	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-65.05 (-65.05)	188.75	1840.95	-634.44	20.11	20.11	9.75
2	1.57	-10.62 (-12.54)	167.65	6049.34	-452.37	20.11	20.11	36.08
3	2.85	-45.53 (-65.05)	146.55	1233.61	-547.55	20.11	20.11	8.42

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	83.33	225.17	0.00	0.00	0.00
2	1.57	4.83	222.39	0.00	0.00	0.00
3	2.85	-56.79	219.60	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-58.68 (-58.68)	191.51	2184.14	-669.18	20.11	20.11	11.40
2	1.57	-11.62 (-12.01)	170.41	6173.02	-434.94	20.11	20.11	36.22
3	2.85	-48.98 (-58.68)	149.31	1503.75	-590.94	20.11	20.11	10.07

Verifiche taglio

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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	73 di 111

1	0.30	-75.63	225.54	0.00	0.00	0.00
2	1.57	-0.98	222.75	0.00	0.00	0.00
3	2.85	56.79	219.97	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 = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	112.22 (112.22)	83.58	359.63	482.87	20.11	20.11	4.30
2	1.50	-18.05 (-53.03)	87.89	1081.71	-652.64	20.11	20.11	12.31
3	2.75	-10.18 (-53.03)	92.20	1167.45	-671.44	20.11	20.11	12.66

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	-98.91	231.84	0.00	0.00	0.00
2	1.50	-88.62	232.42	0.00	0.00	0.00
3	2.75	142.04	233.00	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 = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-1.29 (-29.53)	63.99	1158.95	-534.88	20.11	20.11	18.11
2	1.50	25.54 (30.51)	68.53	1227.39	546.50	20.11	20.11	17.91
3	2.75	-72.56 (-72.56)	73.07	398.56	-395.76	20.11	20.11	5.45

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	71.32	208.71	0.00	0.00	0.00
2	1.50	-28.65	209.31	0.00	0.00	0.00



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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	74 di 111

3	2.75	-128.27	209.90	0.00	0.00	0.00
---	------	---------	--------	------	------	------

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-112.22 (-112.22)	98.91	338.98	-384.59	20.11	20.11	3.43
2	1.57	14.42 (24.35)	85.12	2411.32	689.96	20.11	20.11	28.33
3	2.85	-1.29 (-26.63)	71.32	1624.12	-606.47	20.11	20.11	22.77

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	159.31	213.32	0.00	0.00	0.00
2	1.57	41.41	211.49	0.00	0.00	0.00
3	2.85	-63.99	209.67	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 = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	10.18 (13.27)	155.87	5771.64	491.47	20.11	20.11	37.03
2	1.57	-2.64 (-16.32)	142.07	5029.71	-577.62	20.11	20.11	35.40
3	2.85	-72.56 (-72.56)	128.27	848.97	-480.25	20.11	20.11	6.62

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	-16.50	220.83	0.00	0.00	0.00
2	1.57	34.53	219.01	0.00	0.00	0.00
3	2.85	73.07	217.19	0.00	0.00	0.00



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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	75 di 111

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	60.47 (60.47)	72.91	670.38	555.93	20.11	20.11	9.19
2	1.50	-58.54 (-58.54)	72.91	701.61	-563.27	20.11	20.11	9.62
3	2.75	55.69 (60.47)	72.91	670.38	555.93	20.11	20.11	9.19

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	-178.88	230.40	0.00	0.00	0.00
2	1.50	4.31	230.40	0.00	0.00	0.00
3	2.75	180.36	230.40	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-56.66 (-59.25)	61.60	414.62	-398.78	20.11	20.11	6.73
2	1.50	32.35 (32.35)	61.60	951.13	499.42	20.11	20.11	15.44
3	2.75	-59.25 (-59.25)	61.60	414.62	-398.78	20.11	20.11	6.73

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	143.44	208.39	0.00	0.00	0.00
2	1.50	-1.04	208.39	0.00	0.00	0.00
3	2.75	-145.51	208.39	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	76 di 111

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-60.47 (-60.47)	185.64	2003.24	-652.49	20.11	20.11	10.79
2	1.57	-14.76 (-15.28)	164.54	5563.71	-516.83	20.11	20.11	33.81
3	2.85	-56.66 (-60.47)	143.44	1342.94	-566.10	20.11	20.11	9.36

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	75.82	224.76	0.00	0.00	0.00
2	1.57	-1.33	221.98	0.00	0.00	0.00
3	2.85	-61.60	219.19	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-55.69 (-59.25)	187.71	2093.74	-660.84	20.11	20.11	11.15
2	1.57	-15.51 (-17.18)	166.61	5311.72	-547.56	20.11	20.11	31.88
3	2.85	-59.25 (-59.25)	145.51	1424.25	-579.90	20.11	20.11	9.79

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	-70.04	225.04	0.00	0.00	0.00
2	1.57	4.22	222.25	0.00	0.00	0.00
3	2.85	61.60	219.47	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 = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione



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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	77 di 111

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	110.28 (110.28)	82.47	361.44	483.29	20.11	20.11	4.38
2	1.50	-18.00 (-51.52)	86.78	1110.93	-659.51	20.11	20.11	12.80
3	2.75	-9.10 (-51.52)	91.09	1198.88	-678.05	20.11	20.11	13.16

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	-97.66	231.69	0.00	0.00	0.00
2	1.50	-85.95	232.27	0.00	0.00	0.00
3	2.75	139.18	232.86	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-1.78 (-29.52)	63.53	1146.40	-532.75	20.11	20.11	18.05
2	1.50	24.85 (29.58)	67.12	1247.87	549.97	20.11	20.11	18.59
3	2.75	-70.43 (-70.43)	70.71	397.06	-395.48	20.11	20.11	5.62

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	70.06	208.64	0.00	0.00	0.00
2	1.50	-27.46	209.12	0.00	0.00	0.00
3	2.75	-124.99	209.59	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 = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-110.28 (-110.28)	97.66	340.90	-384.95	20.11	20.11	3.49



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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	78 di 111

2	1.57	14.25 (23.85)	83.86	2430.12	691.04	20.11	20.11	28.98
3	2.85	-1.78 (-26.93)	70.06	1554.10	-597.43	20.11	20.11	22.18

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	156.94	213.15	0.00	0.00	0.00
2	1.57	40.46	211.33	0.00	0.00	0.00
3	2.85	-63.53	209.51	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 = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	9.10 (12.32)	152.58	5886.18	475.37	20.11	20.11	38.58
2	1.57	-2.82 (-15.99)	138.78	5020.48	-578.60	20.11	20.11	36.17
3	2.85	-70.43 (-70.43)	124.99	853.91	-481.18	20.11	20.11	6.83

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	-16.65	220.40	0.00	0.00	0.00
2	1.57	33.28	218.58	0.00	0.00	0.00
3	2.85	70.71	216.76	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 = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	115.22 (115.22)	84.64	353.66	481.46	20.11	20.11	4.18
2	1.50	-26.19 (-56.95)	88.95	983.18	-629.47	20.11	20.11	11.05
3	2.75	-7.20 (-56.95)	93.26	1060.65	-647.69	20.11	20.11	11.37

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	79 di 111

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	-109.84	231.98	0.00	0.00	0.00
2	1.50	-85.96	232.57	0.00	0.00	0.00
3	2.75	153.01	233.15	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-1.60 (-31.27)	62.94	1033.88	-513.66	20.11	20.11	16.43
2	1.50	27.49 (32.33)	67.48	1093.02	523.70	20.11	20.11	16.20
3	2.75	-72.84 (-72.84)	72.02	389.62	-394.09	20.11	20.11	5.41

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	74.92	208.57	0.00	0.00	0.00
2	1.50	-28.64	209.17	0.00	0.00	0.00
3	2.75	-131.85	209.77	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 = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-115.22 (-115.22)	109.84	372.65	-390.90	20.11	20.11	3.39
2	1.57	12.77 (23.22)	92.38	2843.78	714.72	20.11	20.11	30.78
3	2.85	-1.60 (-26.52)	74.92	1764.28	-624.55	20.11	20.11	23.55

Verifiche taglio

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	80 di 111

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.30	160.37	214.76	0.00	0.00	0.00
2	1.57	42.47	212.45	0.00	0.00	0.00
3	2.85	-62.94	210.15	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 = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	7.20 (10.71)	166.77	6350.65	407.89	20.11	20.11	38.08
2	1.57	-4.27 (-17.53)	149.31	4972.46	-583.66	20.11	20.11	33.30
3	2.85	-72.84 (-72.84)	131.85	879.73	-486.02	20.11	20.11	6.67

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.30	-17.56	222.27	0.00	0.00	0.00
2	1.57	33.48	219.97	0.00	0.00	0.00
3	2.85	72.02	217.66	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 = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	113.23 (113.23)	83.51	355.36	481.86	20.11	20.11	4.26
2	1.50	-25.95 (-55.37)	87.82	1007.39	-635.16	20.11	20.11	11.47
3	2.75	-6.17 (-55.37)	92.13	1088.60	-654.26	20.11	20.11	11.82

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.25	-108.59	231.83	0.00	0.00	0.00



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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	81 di 111

2	1.50	-83.31	232.41	0.00	0.00	0.00
3	2.75	150.11	232.99	0.00	0.00	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-2.10 (-31.27)	62.49	1022.82	-511.78	20.11	20.11	16.37
2	1.50	26.79 (31.39)	66.09	1107.98	526.23	20.11	20.11	16.77
3	2.75	-70.72 (-70.72)	69.68	387.98	-393.78	20.11	20.11	5.57

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.25	73.67	208.51	0.00	0.00	0.00
2	1.50	-27.45	208.98	0.00	0.00	0.00
3	2.75	-128.57	209.46	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 = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-113.23 (-113.23)	108.59	375.36	-391.41	20.11	20.11	3.46
2	1.57	12.61 (22.72)	91.13	2874.21	716.46	20.11	20.11	31.54
3	2.85	-2.10 (-26.85)	73.67	1686.25	-614.48	20.11	20.11	22.89

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	157.98	214.59	0.00	0.00	0.00
2	1.57	41.49	212.29	0.00	0.00	0.00
3	2.85	-62.49	209.98	0.00	0.00	0.00



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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	82 di 111

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	6.17 (9.80)	163.49	6472.82	388.10	20.11	20.11	39.59
2	1.57	-4.42 (-17.19)	146.03	4964.50	-584.50	20.11	20.11	34.00
3	2.85	-70.72 (-70.72)	128.57	885.56	-487.12	20.11	20.11	6.89

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0.30	-17.69	221.84	0.00	0.00	0.00
2	1.57	32.24	219.53	0.00	0.00	0.00
3	2.85	69.68	217.23	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, espressa in kPa
σ_{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espressa in kPa
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in kPa
τ_c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espressa 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 $H = 60.00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	45.15	57.41	20.11	20.11	11110	32574	1105
2	1.50	-35.24	57.41	20.11	20.11	22720	9015	865
3	2.75	45.15	57.41	20.11	20.11	11110	32574	1105

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	-123.77	-270	0.00
2	1.50	5.34	12	0.00
3	2.75	123.77	270	0.00

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

Base sezione $B = 100$ cm

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	84 di 111

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-29.51	36.84	20.11	20.11	28526	9078	1001
2	1.50	31.38	36.84	20.11	20.11	9561	30858	1063
3	2.75	-29.51	36.84	20.11	20.11	28526	9078	1001

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	97.42	260	0.00
2	1.50	0.00	0	0.00
3	2.75	-97.42	-260	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-45.15	128.68	20.11	20.11	28301	16160	1545
2	1.57	-7.28	113.05	20.11	20.11	1379	4674	346
3	2.85	-29.51	97.42	20.11	20.11	15987	10871	1007

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	57.42	154	0.00
2	1.57	4.04	11	0.00
3	2.85	-36.84	-99	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione



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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	85 di 111

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-45.15	128.68	20.11	20.11	28301	16160	1545
2	1.57	-7.28	113.05	20.11	20.11	1379	4674	346
3	2.85	-29.51	97.42	20.11	20.11	15987	10871	1007

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	-57.42	-154	0.00
2	1.57	-4.04	-11	0.00
3	2.85	36.84	99	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	54.14	62.38	20.11	20.11	13131	40483	1322
2	1.50	-41.92	62.38	20.11	20.11	28278	10569	1028
3	2.75	43.66	62.38	20.11	20.11	10938	30011	1070

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	-137.00	-298	0.00
2	1.50	-2.15	-5	0.00
3	2.75	142.81	311	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-29.60	38.89	20.11	20.11	28173	9179	1005

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	86 di 111

2	1.50	37.32	42.69	20.11	20.11	11328	36960	1264
3	2.75	-39.16	46.49	20.11	20.11	38393	11952	1327

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	110.42	295	0.00
2	1.50	-4.38	-12	0.00
3	2.75	-117.80	-315	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.30	-54.14	141.68	20.11	20.11	36434	19055	1854
2	1.57	-8.29	126.05	20.11	20.11	1499	5250	390
3	2.85	-29.60	110.42	20.11	20.11	13799	11160	1007

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	66.45	178	0.00
2	1.57	7.53	20	0.00
3	2.85	-38.89	-104	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.30	-43.66	149.06	20.11	20.11	22761	16188	1489
2	1.57	-7.99	133.43	20.11	20.11	1763	5381	397
3	2.85	-39.16	117.80	20.11	20.11	23350	14166	1339

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	87 di 111

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	-58.34	-156	0.00
2	1.57	0.32	1	0.00
3	2.85	46.49	124	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	48.47	59.14	20.11	20.11	11854	35520	1185
2	1.50	-38.43	59.14	20.11	20.11	25515	9742	943
3	2.75	44.95	59.14	20.11	20.11	11119	32005	1101

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	-130.59	-285	0.00
2	1.50	3.14	7	0.00
3	2.75	131.68	287	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	-30.62	38.96	20.11	20.11	29437	9448	1039
2	1.50	34.07	38.96	20.11	20.11	10342	33748	1154
3	2.75	-32.53	38.96	20.11	20.11	31817	9942	1102

Verifiche taglio

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	88 di 111

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	104.27	279	0.00
2	1.50	-0.76	-2	0.00
3	2.75	-105.80	-283	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.30	-48.47	135.53	20.11	20.11	30896	17285	1659
2	1.57	-7.60	119.90	20.11	20.11	1491	4929	365
3	2.85	-30.62	104.27	20.11	20.11	16015	11349	1045

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	61.28	164	0.00
2	1.57	4.91	13	0.00
3	2.85	-38.96	-104	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.30	-44.95	137.06	20.11	20.11	26464	16307	1537
2	1.57	-8.15	121.43	20.11	20.11	1407	5094	378
3	2.85	-32.53	105.80	20.11	20.11	17911	11948	1111

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	-57.02	-152	0.00

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	89 di 111

2	1.57	-2.78	-7	0.00
3	2.85	38.96	104	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	44.51	56.21	20.11	20.11	10941	32197	1089
2	1.50	-35.88	56.21	20.11	20.11	23607	9121	881
3	2.75	44.51	56.21	20.11	20.11	10941	32197	1089

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	-123.77	-270	0.00
2	1.50	5.34	12	0.00
3	2.75	123.77	270	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-31.93	38.04	20.11	20.11	31282	9753	1082
2	1.50	28.95	38.04	20.11	20.11	8978	27558	983
3	2.75	-31.93	38.04	20.11	20.11	31282	9753	1082

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	97.42	260	0.00
2	1.50	0.00	0	0.00
3	2.75	-97.42	-260	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-44.51	128.68	20.11	20.11	27544	15976	1523
2	1.57	-8.17	113.05	20.11	20.11	1177	4876	364
3	2.85	-31.93	97.42	20.11	20.11	18788	11585	1092

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	56.22	150	0.00
2	1.57	2.84	8	0.00
3	2.85	-38.04	-102	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-44.51	128.68	20.11	20.11	27544	15976	1523
2	1.57	-8.17	113.05	20.11	20.11	1177	4876	364
3	2.85	-31.93	97.42	20.11	20.11	18788	11585	1092

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	-56.22	-150	0.00
2	1.57	-2.84	-8	0.00
3	2.85	38.04	102	0.00

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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	91 di 111

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	55.75	62.43	20.11	20.11	13465	42086	1361
2	1.50	-44.23	62.43	20.11	20.11	30566	11059	1084
3	2.75	42.65	62.43	20.11	20.11	10725	28995	1046

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	-140.31	-306	0.00
2	1.50	-4.02	-9	0.00
3	2.75	147.57	322	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-32.04	40.60	20.11	20.11	30840	9880	1087
2	1.50	36.38	45.35	20.11	20.11	11189	35182	1234
3	2.75	-43.99	50.10	20.11	20.11	43619	13345	1489

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	113.67	304	0.00
2	1.50	-5.48	-15	0.00
3	2.75	-122.90	-329	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm



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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	92 di 111

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-55.75	144.93	20.11	20.11	37707	19595	1909
2	1.57	-9.43	129.30	20.11	20.11	1327	5596	418
3	2.85	-32.04	113.67	20.11	20.11	15950	11968	1092

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	67.51	181	0.00
2	1.57	7.21	19	0.00
3	2.85	-40.60	-109	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-42.65	154.16	20.11	20.11	20729	15985	1452
2	1.57	-9.06	138.53	20.11	20.11	1658	5759	427
3	2.85	-43.99	122.90	20.11	20.11	28062	15685	1506

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	-57.37	-153	0.00
2	1.57	2.62	7	0.00
3	2.85	50.10	134	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	93 di 111

1	0.25	48.66	58.37	20.11	20.11	11871	35880	1189
2	1.50	-39.87	58.37	20.11	20.11	27107	10027	978
3	2.75	44.27	58.37	20.11	20.11	10953	31485	1084

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	-132.29	-288	0.00
2	1.50	2.59	6	0.00
3	2.75	133.65	291	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	-33.33	40.69	20.11	20.11	32421	10216	1130
2	1.50	32.32	40.69	20.11	20.11	9956	31167	1097
3	2.75	-35.71	40.69	20.11	20.11	35397	10833	1209

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	105.99	283	0.00
2	1.50	-0.95	-3	0.00
3	2.75	-107.89	-288	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.30	-48.66	137.25	20.11	20.11	30785	17382	1666
2	1.57	-8.57	121.62	20.11	20.11	1317	5194	387

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	94 di 111

3	2.85	-33.33	105.99	20.11	20.11	18795	12188	1139
---	------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	61.04	163	0.00
2	1.57	3.92	10	0.00
3	2.85	-40.69	-109	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.30	-44.27	139.15	20.11	20.11	25269	16153	1513
2	1.57	-9.25	123.52	20.11	20.11	1213	5401	404
3	2.85	-35.71	107.89	20.11	20.11	21203	12929	1221

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.30	-55.72	-149	0.00
2	1.57	-1.27	-3	0.00
3	2.85	40.69	109	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	50.93	56.38	20.11	20.11	12283	38601	1243
2	1.50	-45.12	56.38	20.11	20.11	32771	11073	1104
3	2.75	40.46	56.38	20.11	20.11	10096	28118	992



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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	95 di 111

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	-137.00	-298	0.00
2	1.50	-2.15	-5	0.00
3	2.75	142.81	311	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.25	-41.72	44.90	20.11	20.11	41961	12551	1411
2	1.50	25.20	48.70	20.11	20.11	8361	20550	862
3	2.75	-51.27	52.50	20.11	20.11	52190	15319	1732

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.25	110.42	295	0.00
2	1.50	-4.38	-12	0.00
3	2.75	-117.80	-315	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.30	-50.93	141.68	20.11	20.11	32613	18145	1744
2	1.57	-12.75	126.05	20.11	20.11	451	6272	479
3	2.85	-41.72	110.42	20.11	20.11	27825	14716	1429

Verifiche taglio

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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	96 di 111

1	0.30	60.44	162	0.00
2	1.57	1.53	4	0.00
3	2.85	-44.90	-120	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-40.46	149.06	20.11	20.11	19180	15219	1377
2	1.57	-12.45	133.43	20.11	20.11	751	6391	485
3	2.85	-51.27	117.80	20.11	20.11	37853	17589	1756

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	-52.33	-140	0.00
2	1.57	6.33	17	0.00
3	2.85	52.50	140	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	45.27	53.13	20.11	20.11	11008	33636	1106
2	1.50	-41.63	53.13	20.11	20.11	29999	10251	1019
3	2.75	41.75	53.13	20.11	20.11	10275	30116	1022

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	-130.59	-285	0.00
2	1.50	3.14	7	0.00



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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	97 di 111

3 2.75 131.68 287 0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.25	-42.74	44.97	20.11	20.11	43228	12819	1445
2	1.50	21.95	44.97	20.11	20.11	7365	17357	751
3	2.75	-44.65	44.97	20.11	20.11	45614	13309	1508

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.25	104.27	279	0.00
2	1.50	-0.76	-2	0.00
3	2.75	-105.80	-283	0.00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-45.27	135.53	20.11	20.11	27120	16362	1548
2	1.57	-12.05	119.90	20.11	20.11	449	5949	454
3	2.85	-42.74	104.27	20.11	20.11	30302	14836	1464

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	55.27	148	0.00
2	1.57	-1.10	-3	0.00
3	2.85	-44.97	-120	0.00



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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	98 di 111

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-41.75	137.06	20.11	20.11	22760	15364	1426
2	1.57	-12.60	121.43	20.11	20.11	341	6122	469
3	2.85	-44.65	105.80	20.11	20.11	32293	15409	1529

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0.30	-51.02	-136	0.00
2	1.57	3.22	9	0.00
3	2.85	44.97	120	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_i	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° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.25	20.11	20.11	173.89	-173.89	45.15	0.00	0.10	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	173.89	-173.89	-35.24	0.00	0.10	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	173.89	-173.89	45.15	0.00	0.10	0.00	0.000

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

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.25	20.11	20.11	122.17	-122.17	-29.51	0.00	0.10	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	122.17	-122.17	31.38	0.00	0.10	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	122.17	-122.17	-29.51	0.00	0.10	0.00	0.000

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

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-45.15	0.00	0.10	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-7.28	0.00	0.10	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-29.51	0.00	0.10	0.00	0.000

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

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-45.15	0.00	0.10	0.00	0.000

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	100 di 111

2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-7.28	0.00	0.10	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-29.51	0.00	0.10	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	173.89	-173.89	54.14	0.00	0.15	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	173.89	-173.89	-41.92	0.00	0.15	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	173.89	-173.89	43.66	0.00	0.15	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	122.17	-122.17	-29.60	0.00	0.15	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	122.17	-122.17	37.32	0.00	0.15	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	122.17	-122.17	-39.16	0.00	0.15	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-54.14	0.00	0.15	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-8.29	0.00	0.15	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-29.60	0.00	0.15	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-43.66	0.00	0.15	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-7.99	0.00	0.15	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-39.16	0.00	0.15	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	173.89	-173.89	48.47	0.00	0.15	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	173.89	-173.89	-38.43	0.00	0.15	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	173.89	-173.89	44.95	0.00	0.15	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	122.17	-122.17	-30.62	0.00	0.15	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	122.17	-122.17	34.07	0.00	0.15	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	122.17	-122.17	-32.53	0.00	0.15	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-48.47	0.00	0.15	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-7.60	0.00	0.15	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-30.62	0.00	0.15	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-44.95	0.00	0.15	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-8.15	0.00	0.15	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-32.53	0.00	0.15	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	173.89	-173.89	44.51	0.00	0.15	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	173.89	-173.89	-35.88	0.00	0.15	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	173.89	-173.89	44.51	0.00	0.15	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	122.17	-122.17	-31.93	0.00	0.15	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	122.17	-122.17	28.95	0.00	0.15	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	122.17	-122.17	-31.93	0.00	0.15	0.00	0.000

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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	102 di 111

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-44.51	0.00	0.15	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-8.17	0.00	0.15	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-31.93	0.00	0.15	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-44.51	0.00	0.15	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-8.17	0.00	0.15	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-31.93	0.00	0.15	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	173.89	-173.89	55.75	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	173.89	-173.89	-44.23	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	173.89	-173.89	42.65	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	0.25	20.11	20.11	122.17	-122.17	-32.04	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	122.17	-122.17	36.38	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	122.17	-122.17	-43.99	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	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-55.75	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-9.43	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-32.04	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	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-42.65	0.00	0.20	0.00	0.000

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	103 di 111

2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-9.06	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-43.99	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	0.25	20.11	20.11	173.89	-173.89	48.66	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	173.89	-173.89	-39.87	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	173.89	-173.89	44.27	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	0.25	20.11	20.11	122.17	-122.17	-33.33	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	122.17	-122.17	32.32	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	122.17	-122.17	-35.71	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	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-48.66	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-8.57	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-33.33	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	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-44.27	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-9.25	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-35.71	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	0.25	20.11	20.11	173.89	-173.89	50.93	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	173.89	-173.89	-45.12	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	173.89	-173.89	40.46	0.00	0.20	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.25	20.11	20.11	122.17	-122.17	-41.72	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	122.17	-122.17	25.20	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	122.17	-122.17	-51.27	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	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-50.93	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-12.75	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-41.72	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	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-40.46	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-12.45	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-51.27	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	0.25	20.11	20.11	173.89	-173.89	45.27	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	173.89	-173.89	-41.63	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	173.89	-173.89	41.75	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	0.25	20.11	20.11	122.17	-122.17	-42.74	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.50	20.11	20.11	122.17	-122.17	21.95	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.75	20.11	20.11	122.17	-122.17	-44.65	0.00	0.20	0.00	0.000

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



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

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	105 di 111

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-45.27	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-12.05	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-42.74	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	0.30	20.11	20.11	122.17	-122.17	-41.75	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.57	20.11	20.11	122.17	-122.17	-12.60	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.85	20.11	20.11	122.17	-122.17	-44.65	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]
0.25	-115.22	-44.51	-193.59	-97.66	53.13	85.35
1.50	18.00	63.27	-88.62	5.34	53.13	88.95
2.75	-58.68	10.18	123.77	204.12	53.13	93.26

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.25	-56.66	-1.29	70.06	157.69	36.84	63.99
1.50	21.95	51.09	-28.65	0.00	36.84	68.53
2.75	-72.84	-29.51	-171.07	-97.42	36.84	73.07

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.30	-115.22	-44.51	55.27	160.37	97.66	199.89
1.57	-15.70	14.42	-1.33	42.47	83.86	178.79
2.85	-56.66	-1.29	-63.99	-36.84	70.06	157.69

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.30	-58.68	10.18	-78.01	-16.50	128.68	213.27
1.57	-15.51	-2.64	-4.04	34.53	113.05	192.17
2.85	-72.84	-29.51	36.84	73.07	97.42	171.07

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{min} [kPa]	σ_{max} [kPa]
0.25	0	163
1.50	92	185

2.75

118

332

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.25	20.11	20.11	4.18
1.50	20.11	20.11	8.77
2.75	20.11	20.11	7.21

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.25	232.08	0.00	0.00	0.00
1.50	232.08	0.00	0.00	0.00
2.75	232.08	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.25	20.11	20.11	5.66
1.50	20.11	20.11	8.20
2.75	20.11	20.11	5.41

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.25	207.74	0.00	0.00	0.00
1.50	208.65	0.00	0.00	0.00
2.75	209.56	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

IN39A-E - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	108 di 111

Altezza sezione H = 50.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.30	20.11	20.11	3.39
1.57	20.11	20.11	28.33
2.85	20.11	20.11	7.97

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.30	226.64	0.00	0.00	0.00
1.57	223.86	0.00	0.00	0.00
2.85	221.07	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.30	20.11	20.11	9.46
1.57	20.11	20.11	29.19
2.85	20.11	20.11	6.62

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.30	228.41	0.00	0.00	0.00
1.57	225.63	0.00	0.00	0.00
2.85	222.84	0.00	0.00	0.00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.25	20.11	20.11	1361	42086	13465
1.50	20.11	20.11	1104	11073	32771



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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	109 di 111

2.75	20.11	20.11	1105	32574	11119
------	-------	-------	------	-------	-------

X	τ_c	A_{sw}
0.25	-306	0.00
1.50	12	0.00
2.75	322	0.00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.25	20.11	20.11	1445	12819	43228
1.50	20.11	20.11	1264	36960	11328
2.75	20.11	20.11	1732	15319	52190

X	τ_c	A_{sw}
0.25	304	0.00
1.50	-15	0.00
2.75	-329	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	20.11	20.11	1909	19595	37707
1.57	20.11	20.11	479	6272	1499
2.85	20.11	20.11	1464	14836	30302

Y	τ_c	A_{sw}
0.30	181	0.00
1.57	20	0.00
2.85	-120	0.00



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

IN39AE - Tombino alla pk 18+230: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3900 001	A	110 di 111

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 50.00 cm

Y	A _n	A _{fs}	σ _c	σ _n	σ _{fs}
0.30	20.11	20.11	1545	16307	28301
1.57	20.11	20.11	485	6391	1763
2.85	20.11	20.11	1756	17589	37853

Y	τ _c	A _{sw}
0.30	-156	0.00
1.57	17	0.00
2.85	140	0.00

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	19.32	9.60	5.72	32.62	12.72	6.73	1961	5883.25	462.81	12.71
2	19.32	9.60	5.72	32.93	12.83	6.98	2012	6035.91	447.68	13.48
3	19.32	9.60	5.72	33.21	12.95	7.22	2090	6270.03	429.91	14.58
4	19.32	9.60	5.72	16.23	6.33	0.20	419	1257.11	287.25	4.38
5	19.32	9.60	5.72	33.39	13.02	7.38	2114	6343.39	423.00	15.00
6	19.32	9.60	5.72	16.24	6.33	0.20	425	1274.75	282.71	4.51
7	19.32	9.60	5.72	17.46	6.81	0.03	502	1505.68	317.70	4.74
8	19.32	9.60	5.72	17.49	6.82	0.03	509	1526.76	313.16	4.88