

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D-Tombino alla pk 15+005
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

SCALA:

-

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

RS3E	50	D	78	CL	IN3000	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:RS3E50D78CLIN300001A.doc

n. Elab.: 657

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	2 di 99

INDICE

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	3 di 99

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	4 di 99

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 IN30 previsto lungo l'asse principale di progetto in corrispondenza della pk 15+005.

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)
IN30	Tombino scatolare	15+005	B - B	Linea PA-CT	5.0	4.15	0.60	0.60	0.70	2.00
			C - C	Viabilità NI05	5.0	2.28	0.60	0.60	0.70	0.64
			G - G	Linea Esistente	5.0	2.79	0.60	0.60	0.70	0.20

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, trasverso, fondazione

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

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

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	5 di 99

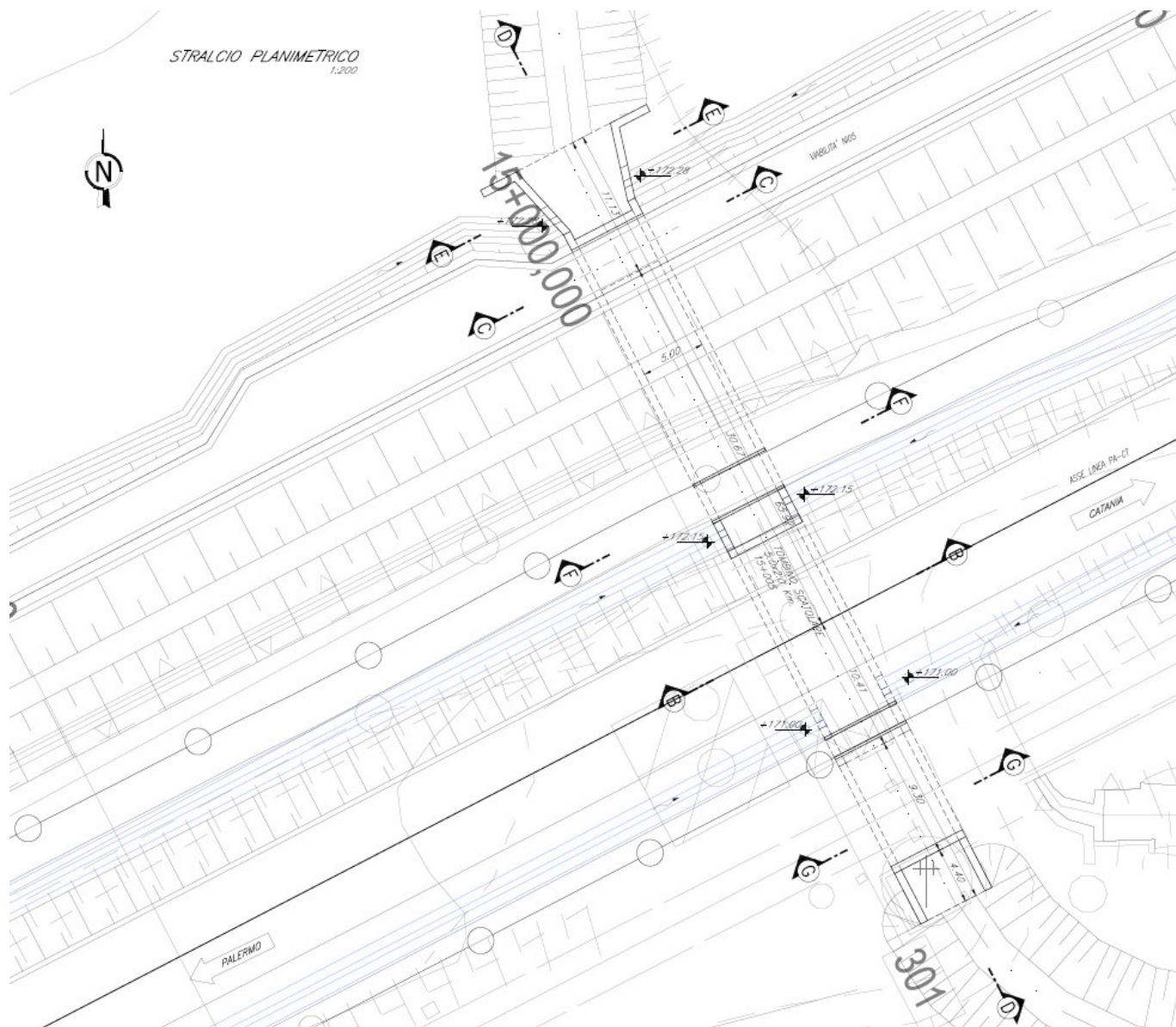


Figura 1 – Inquadramento planimetrico

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	6 di 99

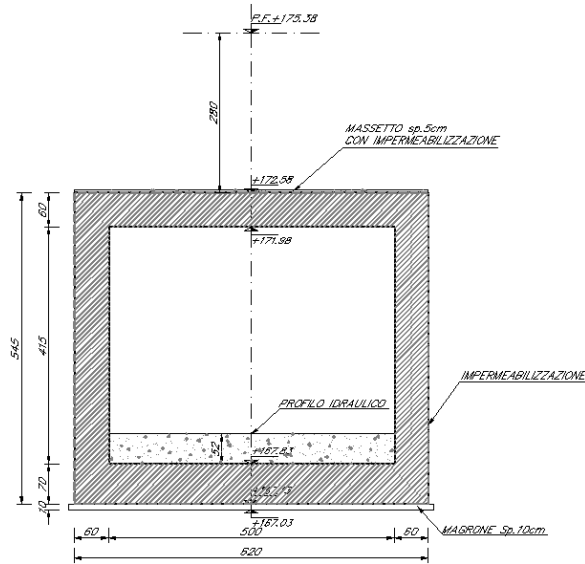


Figura 2 – Sezione trasversale B-B

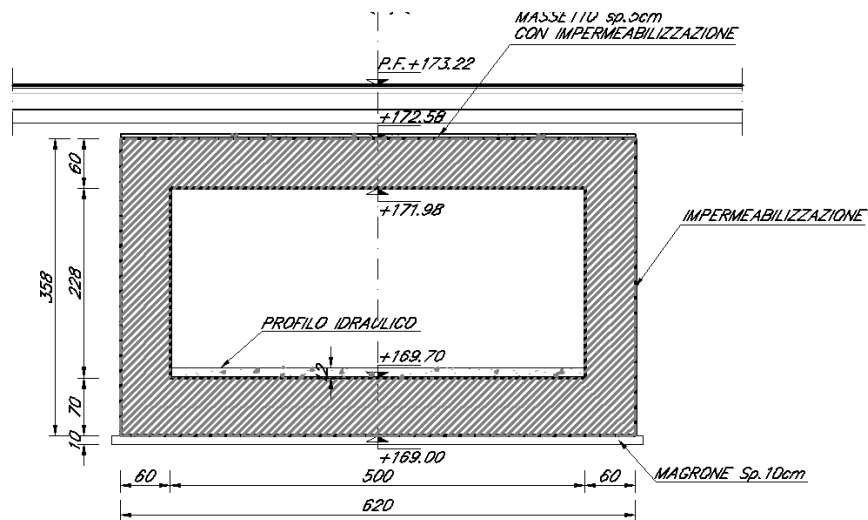


Figura 3 – Sezione trasversale C-C

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	7 di 99

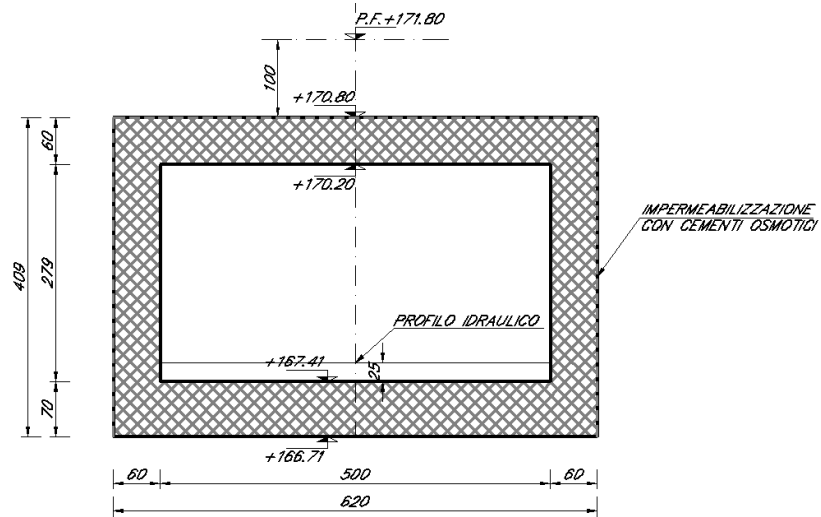



Figura 4 – Sezione trasversale G-G

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IN3000 001	REV. A	FOGLIO 8 di 99

4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 Documenti Referenziati

Di seguito è riportato l'elenco delle Normative e dei Documenti assunti come riferimento per il progetto delle opere trattate nell'ambito del presente documento:

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 (RFI DTC SI CS SP IFS 005 B - rev 22/12/2017)

5. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Dall'esame di quanto riportato nella relazione geotecnica di riferimento e in relazione alle progressive in esame, emerge che il volume di terreno direttamente interagente con l'opera presenta le seguenti proprietà:

Unità bbc – Depositi alluvionali recenti coesivi (limoso argillosi)

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

I moduli di deformabilità “operativi” (E') da adottare per le opere di sostegno e per le fondazioni, saranno assunti pari a $1/3 \div 1/5$ di quello iniziale (E_0).

Per il terreno di ricoprimento e 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 $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$;

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

Il livello di falda locale è posto a circa 10-11 m dal piano campagna locale.

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	19.5	23	5	80	9541

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

5.1 interazione terreno-fondazione

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

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

dove:

E' = modulo di deformazione elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson = 0.3;

B = larghezza della fondazione.

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

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

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

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

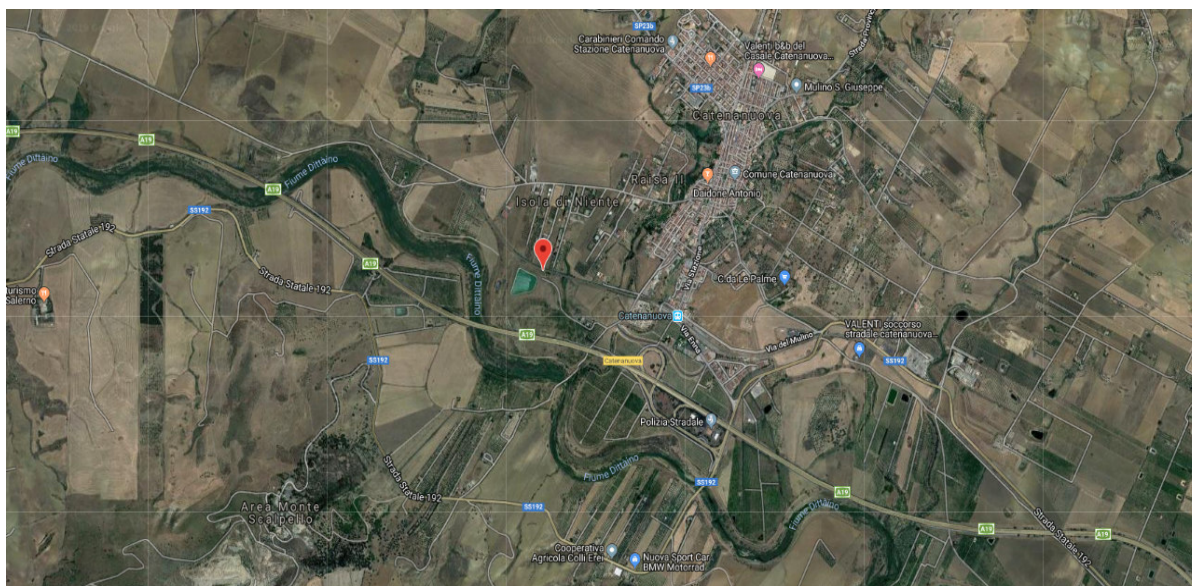
Di seguito si riportano, in forma tabellare, i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, sulla scorta del valore di progetto di E attribuito allo strato di Fondazione, avendo considerato una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaboranti:

$E'(\text{KN/m}^2) =$	80000
$n =$	0.25
$B \text{ (m)} =$	6.20
$L \text{ (m)} =$	18.7
$c_t =$	1.44
$K_w \text{ [kN/m}^3] =$	9541

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

37.565

LONGITUDINE

14.607

COMUNE

Agira


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												
IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RS3E</td> <td>50</td> <td>D 78 CL</td> <td>IN3000 001</td> <td>A</td> <td>12 di 99</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	12 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	12 di 99								

6.1 Vita nominale

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

Tabella 1 Vita Nominale in funzione del tipo di costruzione

TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾	Vita Nominale [V_N] ⁽¹⁾
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE ESISTENTI OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITA' CONVENZIONALE ($V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ ($V < 250$ km/h)	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ ($V \geq 250$ 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 [CU]
GRANDI STAZIONI	C IV	2,0
OPERE D'ARTE DEL SISTEMA DI GRANDE VIABILITÀ FERROVIARIA	C III	1,5
ALTRE OPERE D'ARTE	C II	1,0

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

6.3 Periodo di riferimento

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

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

6.4 Valutazione dei parametri di pericolosità sismica

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

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

da cui si ottiene la seguente Tabella:

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

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

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

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

6.5 Caratterizzazione sismica del terreno

Categorie di Sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale. Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2008.

Amplificazione Stratigrafica e Topografica

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

Tabella 4 Tabella delle espressioni per S_S e C_C

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1.00	1.00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
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

E

CATEGORIA TOPOGRAFICA

T1

6.6 Parametri sismici di calcolo

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_d	0.157 g
F_0	2.528
T_C	0.537 s
S_S	1.562
C_C	1.475
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.562
η	1.000
T_B	0.264 s
T_C	0.791 s
T_D	2.229 s

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	17 di 99

7. MATERIALI

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

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

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

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

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

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

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Tabella 4.1.III – DM 14.01.2008

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	19 di 99

8. CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE

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

8.1 Metodologia di calcolo

Le analisi finalizzate al dimensionamento delle strutture sono state condotte con il programma di calcolo “SCAT - Analisi Strutture Scatolari- Versione 11.0” della Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS).

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

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

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi. Il terreno di fondazione viene schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa. A partire dalla matrice di rigidità del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidità 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.

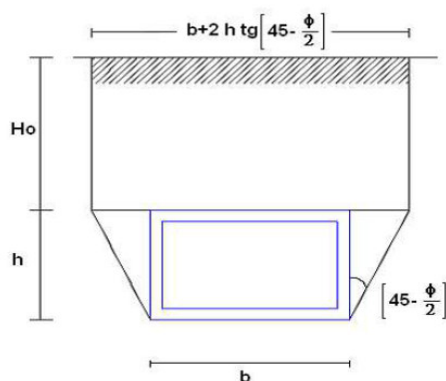
Nel seguito si andranno ad esporre in dettaglio, le valutazioni di calcolo effettuate per ciascuna delle condizioni citate.

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 rinfiacco.

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	23 di 99

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:

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

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

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	E	0.157	1.562	0.245	1.00	0.245

dove:

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

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	24 di 99

Spinta sismica terreno

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

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

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

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

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

8.2.6 Ritiro e viscosità (cond. di carico 8)

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

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

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

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

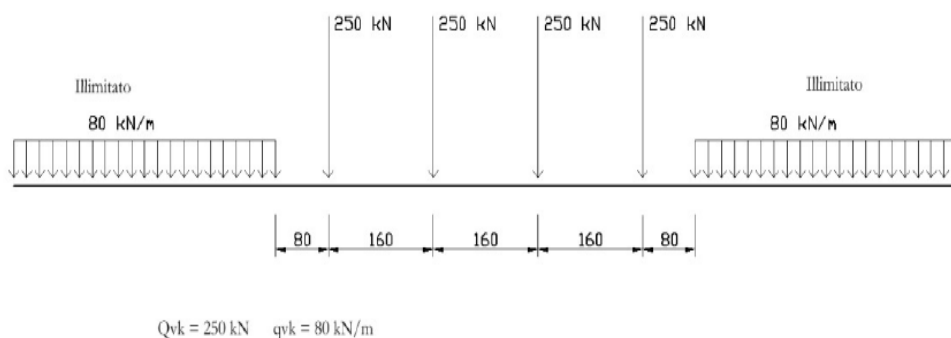


Figura 8 - Treno LM71

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.

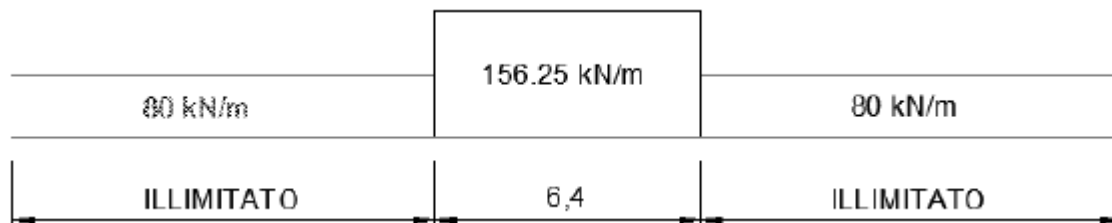
Determinazione delle larghezze di diffusione dei carichi mobili:

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:

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	26 di 99



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"	2.00	m
spessore soletta "hs"	0.70	m
Larghezza traversina	2.4	m
Larghezza diffusione trasv. "b"	6.53	m
Qvk (a livello dell'asse della soletta)	23.9	kPa
qvk (a livello dell'asse della soletta)	12.3	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:

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	27 di 99

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

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 $\phi_{3,rid}$	1.17		
Carico Assi Dinamizzato $Q_{vk,din}$	30.8 kPa	$q = q_{equivalente} \times \alpha \times \phi$	
Carico Illimitato Dinamizzato $q_{vk,din}$	15.8 kPa	$q = q_{equivalente} \times \alpha \times \phi$	

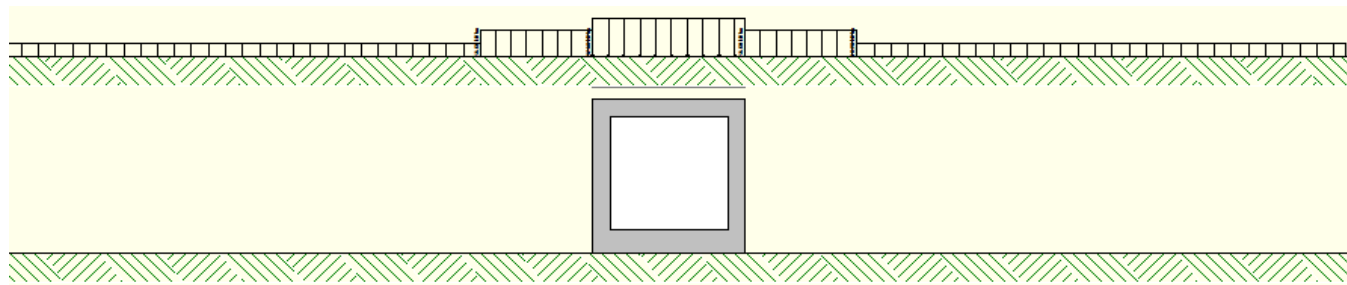
Il carico Q_{vk} è dunque applicato ad intradosso ballast su una fascia di 6.40m trascurando cautelativamente la diffusione all'interno del ballast. In direzione longitudinale la diffusione all'interno del terreno di ricoprimento, è svolta in automatico dal software di calcolo considerando come angolo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

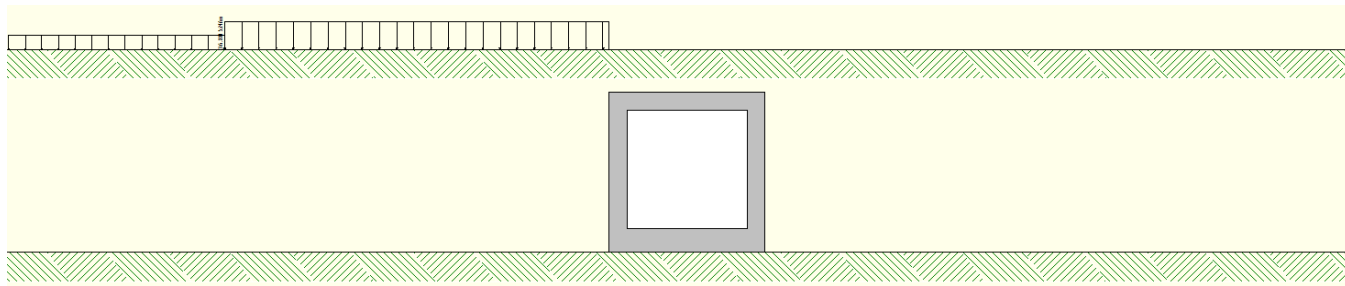
- una prima condizione di carico (Q_{CEN}) finalizzata alla massimizzazione degli effetti flessionali su traverso ed a testa piedritti;
- una seconda condizione (Q_{LAT}) con finalità di massimizzare gli effetti flessionali in mezzzeria piedritto.

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

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



Condizione di Carico QCEN



Condizione di Carico Q LAT

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

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

Avviamento:

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

Frenatura:

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

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

Nel caso in esame:


Avviamento Treno LM71 su traverso

<i>Avviamento a quota piattaforma</i>	33.0	KN/m
Coefficiente di adattamento α	1.10	
Larghezza diffusione trasv. "b"	6.53	m
<i>Avviamento su traverso superiore</i>	5.56	KN/m

Frenatura Treno LM71 su traverso

<i>Avviamento a quota piattaforma</i>	35.0	KN/m
Coefficiente di adattamento α	1.10	
Larghezza diffusione trasv. "b"	6.53	m
<i>Frenatura su traverso superiore</i>	5.90	KN/m

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

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO TOMBINI IDRAULICI					
IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005: Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IN3000 001	REV. A	FOGLIO 29 di 99

8.3 Approcci progettuali e metodi di verifica

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

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

8.4 Combinazioni di carico

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

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

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

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

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

8.5 Carico limite di fondazioni dirette

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

Dette:

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

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

Carico verticale

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

Carico inclinato

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

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

In particolare risulta:

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

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

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

Fattori di forma

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

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

Fattori di profondità

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

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

Fattori inclinazione del carico

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

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

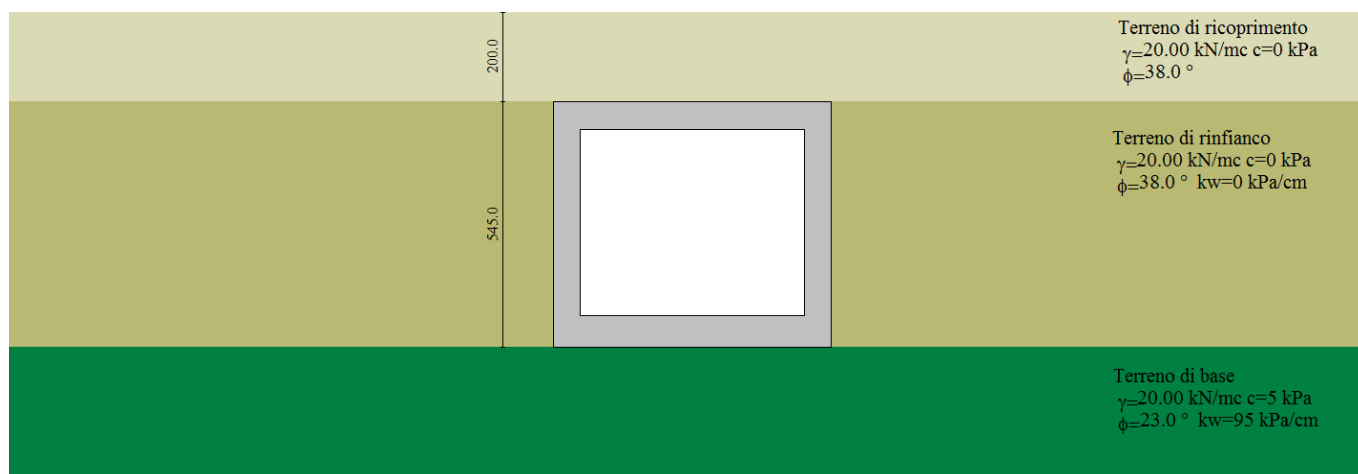
L'espressione di Meyerhof presuppone pertanto l'orizzontalità del piano di posa, condizione verificata per il caso in esame.

9. RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE

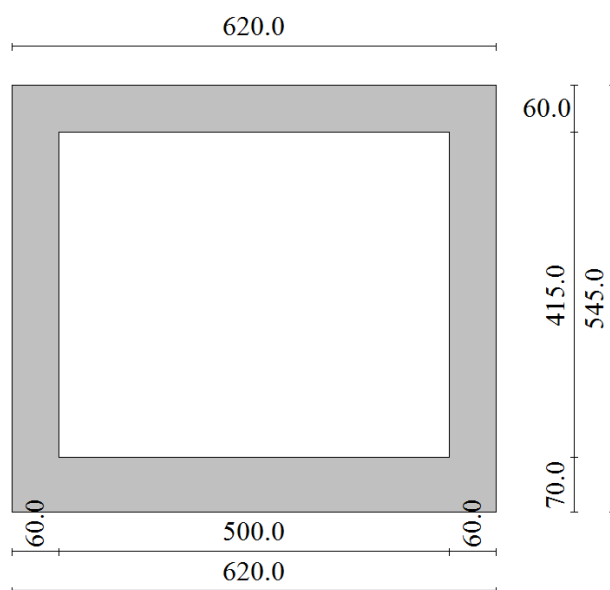
Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.11 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

9.1 MODELLO DI CALCOLO

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

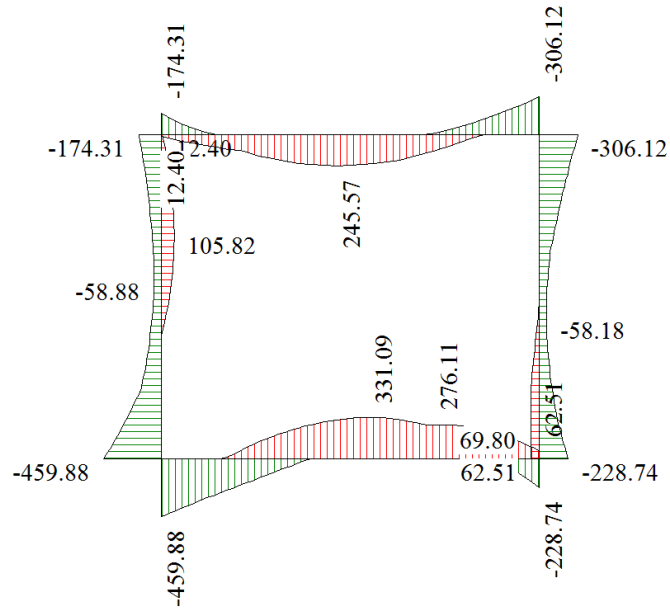


Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 1/2

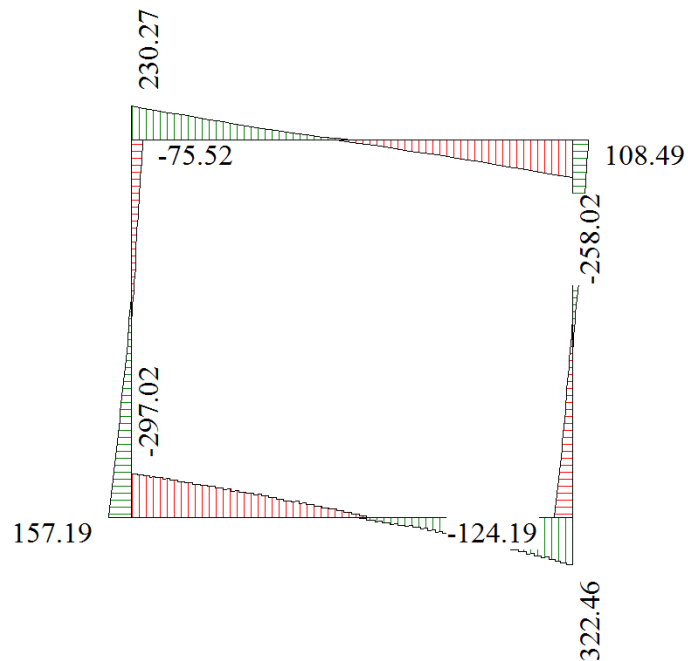


Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

9.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO



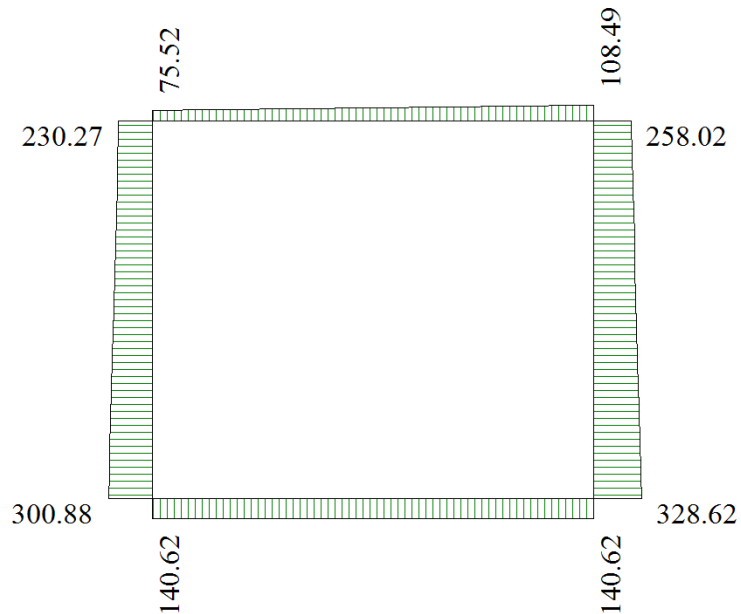
Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico



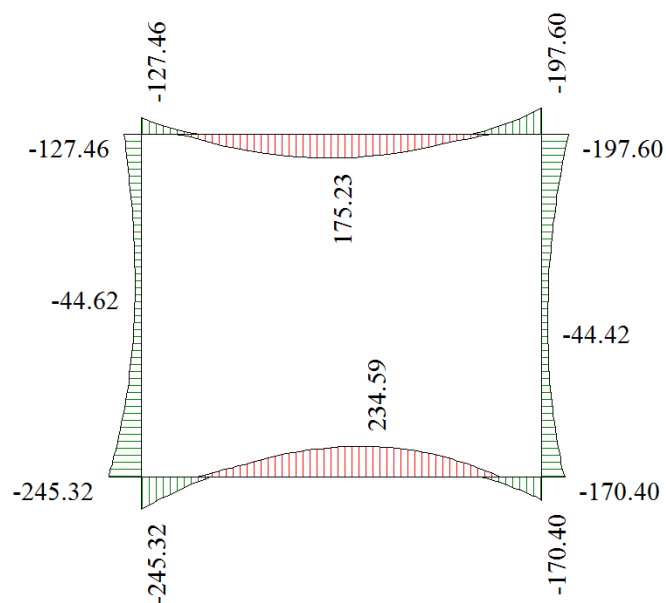
Inviluppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	33 di 99



Inviluppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico



Inviluppo 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	Φ22/10 cm	Φ22/10 cm	Spilli φ 8/20x20cm
PIEDRITTI	Φ22/10 cm	Φ22/20 cm	Spilli φ 8/20x20cm
FONDAZIONE	Φ22/10 cm	Φ22/10 cm	Spilli φ 8/20x20cm

Af1 : Armatura lato esterno (terreno)

Af2 : Armatura lato interno

Per l'incidenza dell'opera oggetto della presente relazione di calcolo si rimanda 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 involuppo tra le sollecitazioni taglianti delle varie combinazioni di calcolo considerate.

VERIFICA A TAGLIO						
Sezione	V _{Ed}	b	h	V _{Rd}	Verificato	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Traverso	320	100	60	597.4	SI	Spilli φ 10/40x20cm
Piedritti	335	100	60	597.4	SI	Spilli 6 φ 8mq
Fondazione	440	100	70	708.1	SI	Spilli φ 10/40x20cm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	35 di 99

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	36 di 99

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.

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	37 di 99

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	5.45	[m]
Larghezza esterna	6.20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.60	[m]
Spessore piedritto destro	0.60	[m]
Spessore fondazione	0.70	[m]
Spessore traverso	0.60	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	2.00	[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	23.00	[°]

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	38 di 99

Angolo di attrito terreno struttura	23.00	[°]
Coesione	5	[kPa]
Costante di Winkler	95	[kPa/cm]
Tensione limite	1000	[kPa]

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R _{ck} calcestruzzo	30000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	30976850	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

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

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F _y	componente Y del carico concentrato
F _x	componente X del carico concentrato
M	momento

Forze distribuite



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	39 di 99

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_{ii} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
 V_{if} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
 D_{te} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
 D_{ti} variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (Qcentrale)

Distr	Terreno	$X_i = -0.10$	$X_f = 6.30$	$V_{ni} = 30.80$	$V_{nf} = 30.80$	
Distr	Traverso	$X_i = 0.00$	$X_f = 6.20$	$V_{ni} = 0.00$	$V_{nf} = 0.00$	$V_{ti} = 5.90$ $V_{tf} = 5.90$
Distr	Terreno	$X_i = -10.00$	$X_f = -0.10$	$V_{ni} = 12.30$	$V_{nf} = 12.30$	
Distr	Terreno	$X_i = 6.30$	$X_f = 16.30$	$V_{ni} = 12.30$	$V_{nf} = 12.30$	

Condizione di carico n° 8 (Qlaterale)

Distr	Terreno	$X_i = -10.00$	$X_f = -6.40$	$V_{ni} = 12.30$	$V_{nf} = 12.30$	
Distr	Terreno	$X_i = -6.40$	$X_f = 0.00$	$V_{ni} = 23.90$	$V_{nf} = 23.90$	

Condizione di carico n° 9 (TERMICO)

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

Condizione di carico n° 10 (RITIRO)

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

Condizione di carico n° 11 (BALLAST)

Distr	Terreno	$X_i = -10.00$	$X_f = 16.30$	$V_{ni} = 14.40$	$V_{nf} = 14.40$	
-------	---------	----------------	---------------	------------------	------------------	--

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	40 di 99

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/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}

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

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

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

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}

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 $w_l = 0.20$



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	41 di 99

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 2

Copriferro sezioni 6.00 [cm]



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	42 di 99

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

Norme Tecniche 2008

Simbologia adottata

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	1.00	0.80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Q2fav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Q2sfav}	1.45	1.15
Termici	Favorevole	$\gamma_{e,fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{e,sfav}$	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	43 di 99

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_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.00	1.00
Termici	Favorevole	$\gamma_{e,fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{e,sfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	44 di 99

Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Qcentrale	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
BALLAST	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

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

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

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

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	45 di 99

TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2)

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

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

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

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	46 di 99

TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

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

Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

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

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	47 di 99

TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Frequente)

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

Combinazione n° 12 SLE (Frequente)

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

Combinazione n° 13 SLE (Rara)

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	48 di 99

Combinazione n° 14 SLE (Rara)

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

Combinazione n° 15 SLE (Rara)

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

Combinazione n° 16 SLE (Rara)

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	49 di 99

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (espresse in m) positive verso destra

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

M momento espresso in kNm

V taglio espresso in kN

SN sforzo normale espresso in kN

ux spostamento direzione X espresso in cm

uy spostamento direzione Y espresso in cm

σ pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Teoria di Terzaghi

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

Metodo di calcolo della portanza

Meyerhof

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]

a Riposo [combinazione 2]

a Riposo [combinazione 3]

a Riposo [combinazione 4]

a Riposo [combinazione 5]

a Riposo [combinazione 6]

a Riposo [combinazione 7]

a Riposo [combinazione 8]

a Riposo [combinazione 9]

a Riposo [combinazione 10]

a Riposo [combinazione 11]

a Riposo [combinazione 12]

a Riposo [combinazione 13]

a Riposo [combinazione 14]

a Riposo [combinazione 15]



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	50 di 99

a Riposo [combinazione 16]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	37.565000
Longitudine	14.607000
Comune	Agira
Provincia	Enna
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	47637 - 47636 - 47858 - 47859

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 $a_g =$	1.54 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.56
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 24.59$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 12.30$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.62 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.60
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 10.14$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 5.07$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	51 di 99

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	0.730
5	0.384	0.000
6	0.384	0.730
7	0.384	0.730
8	0.384	0.730
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	60
Numero elementi trasverso	32
Numero elementi piedritto sinistro	50
Numero elementi piedritto destro	50
Numero molle fondazione	61
Numero molle piedritto sinistro	51
Numero molle piedritto destro	51

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	52 di 99

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-338.3603	-411.8156	192.9354
3.10	325.5950	-32.7925	192.9354
5.90	-221.1093	448.7113	192.9354

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-165.5796	321.7657	105.1332
3.10	243.8545	-20.0966	129.0872
5.90	-278.1426	-361.9968	153.0412

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-338.3603	216.9535	417.0879
2.75	-58.7179	26.0240	369.4268
5.15	-165.5796	-105.1332	321.7657

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-221.1093	-169.1057	457.3190
2.75	-56.3378	21.8540	409.6579
5.15	-278.1426	153.0412	361.9968

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-316.6734	-391.8334	184.4918
3.10	298.3222	-22.8962	184.4918
5.90	-228.7352	419.5053	184.4918

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-174.3094	301.8448	103.3782
3.10	217.4950	-15.0725	121.3437

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	53 di 99

5.90 -258.7317 -332.0182 139.3092

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-316.6734	202.5248	397.1670
2.75	-61.9496	19.6871	349.5059
5.15	-174.3094	-103.3782	301.8448

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-228.7352	-166.6389	427.3403
2.75	-60.1646	16.2213	379.6793
5.15	-258.7317	139.3092	332.0182

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-272.6270	-351.8130	173.5094
3.10	249.3610	-8.5896	173.5094
5.90	-204.3740	340.9054	173.5094

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-152.6068	261.9450	105.2357
3.10	178.1665	-9.5360	105.2357
5.90	-187.4495	-251.6183	105.2357

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-272.6270	195.0724	357.2672
2.75	-32.4321	15.0322	309.6061
5.15	-152.6068	-105.2357	261.9450

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-204.3740	-152.1158	346.9404

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	54 di 99

2.75	-41.5008	6.4461	299.2793
5.15	-187.4495	105.2357	251.6183

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-442.1721	-189.6318	173.7842
3.10	120.2116	-166.5964	185.6027
5.90	62.5055	291.6797	197.4212

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	11.8807	127.7058	124.4024
3.10	110.0581	-56.3079	137.8365
5.90	-303.4465	-240.3268	151.2707

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-442.1721	343.0935	189.6318
2.75	65.3518	87.2077	158.6688
5.15	11.8807	-124.4024	127.7058

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	62.5055	-28.2931	302.2528
2.75	-12.7322	83.6267	271.2898
5.15	-303.4465	151.2707	240.3268

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-267.3734	-346.8315	169.9223
3.10	241.1468	-4.7441	169.9223
5.90	-216.1836	338.6508	169.9223

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	55 di 99

0.30	-164.5798	256.9793	103.4550
3.10	168.2290	-7.1520	103.4550
5.90	-190.7118	-249.2342	103.4550

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-267.3734	186.1140	352.3015
2.75	-42.2353	11.4433	304.6404
5.15	-164.5798	-103.4550	256.9793

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-216.1836	-153.8965	344.5564
2.75	-49.0368	4.6654	296.8953
5.15	-190.7118	103.4550	249.2342

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-430.2311	-181.9876	170.2409
3.10	111.3528	-160.9424	182.0594
5.90	61.8603	276.3070	193.8779

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	12.3959	120.0616	123.3585
3.10	101.4230	-54.2443	133.4887
5.90	-288.8122	-224.4952	143.6188

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-430.2311	337.2888	181.9876
2.75	67.4708	84.8273	151.0246
5.15	12.3959	-123.3585	120.0616

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	56 di 99

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	61.8603	-27.0077	286.4212
2.75	-11.1000	80.4435	255.4582
5.15	-288.8122	143.6188	224.4952

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-459.8755	-217.1904	176.8403
3.10	158.3080	-161.4926	188.6588
5.90	45.1512	318.9641	200.4774

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	8.8539	137.8983	121.3448
3.10	121.3881	-56.2455	134.7789
5.90	-306.1241	-250.3946	148.2131

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-459.8755	346.1511	217.1903
2.75	54.9868	90.2653	177.5443
5.15	8.8539	-121.3448	137.8983

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	45.1512	-31.3508	329.6866
2.75	-22.7482	80.5690	290.0406
5.15	-306.1241	148.2131	250.3946

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-447.8435	-209.5470	173.2742
3.10	149.1670	-155.8918	185.0927
5.90	44.6010	303.5811	196.9112

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	57 di 99

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	9.3504	130.2548	120.3237
3.10	112.7363	-54.1812	130.4539
5.90	-291.5046	-234.5623	140.5840

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-447.8435	340.3236	209.5468
2.75	57.1418	87.8620	169.9008
5.15	9.3504	-120.3237	130.2548

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	44.6010	-30.0425	313.8543
2.75	-21.0759	77.4087	274.2083
5.15	-291.5046	140.5840	234.5623

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-167.2667	-241.8766	119.4123
3.10	173.4961	4.9536	119.4123
5.90	-167.2667	241.8766	119.4123

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-115.7957	175.3160	68.5219
3.10	129.6467	0.0000	68.5219
5.90	-115.7957	-175.3160	68.5219

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-167.2667	119.4706	245.9250
2.75	-28.7357	3.3364	210.6205

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	58 di 99

5.15 -115.7957 -68.5219 175.3160

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-167.2667	-119.4706	245.9250
2.75	-28.7357	-3.3364	210.6205
5.15	-115.7957	68.5219	175.3160

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-228.6861	-285.9891	136.4938
3.10	220.4912	-16.8776	136.4938
5.90	-163.9958	306.3454	136.4938

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-117.5451	219.2793	73.9487
3.10	166.8043	-11.0878	87.1647
5.90	-179.6489	-241.4758	100.3807

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-228.6861	149.7598	289.8883
2.75	-38.8905	15.7677	254.5838
5.15	-117.5451	-73.9487	219.2793

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-163.9958	-123.3610	312.0848
2.75	-37.5773	10.6477	276.7803
5.15	-179.6489	100.3807	241.4758

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-192.4194	-252.8842	125.7760

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	59 di 99

3.10	178.4311	-3.5243	125.7760
------	----------	---------	----------

5.90	-154.7625	246.8662	125.7760
------	-----------	----------	----------

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-110.3877	186.2748	74.0052
3.10	130.5626	-5.2613	74.0052
5.90	-129.6113	-180.5772	74.0052

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-192.4194	137.6875	256.8838
2.75	-24.3879	9.7033	221.5793
5.15	-110.3877	-74.0052	186.2748

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-154.7625	-113.9873	251.1862
2.75	-29.3914	2.1468	215.8817
5.15	-129.6113	74.0052	180.5772

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-168.5466	-241.8780	119.2657
3.10	172.2507	4.9544	119.2657
5.90	-168.5466	241.8780	119.2657

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-117.7795	175.3160	68.6686
3.10	127.6628	0.0000	68.6686
5.90	-117.7795	-175.3160	68.6686

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	60 di 99

0.35	-168.5466	119.3240	245.9250
2.75	-30.3676	3.1898	210.6205
5.15	-117.7795	-68.6686	175.3160

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-168.5466	-119.3240	245.9250
2.75	-30.3676	-3.1898	210.6205
5.15	-117.7795	68.6686	175.3160

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-245.3208	-297.0185	140.6176
3.10	230.9946	-22.3345	140.6176
5.90	-164.4581	322.4639	140.6176

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-119.9664	230.2701	75.4520
3.10	174.1098	-13.8597	91.9720
5.90	-197.5960	-258.0157	108.4920

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-245.3208	157.1855	300.8791
2.75	-43.0611	18.7288	265.5746
5.15	-119.9664	-75.4520	230.2701

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-164.4581	-124.1870	328.6247
2.75	-41.4197	14.2904	293.3202
5.15	-197.5960	108.4920	258.0157

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	61 di 99

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-199.9875	-255.6374	127.2204
3.10	178.4195	-5.6429	127.2204
5.90	-152.9164	248.1149	127.2204

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-111.0196	189.0145	75.5227
3.10	128.8077	-6.5766	75.5227
5.90	-135.0490	-181.8925	75.5227

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-199.9875	142.0951	259.6235
2.75	-24.9329	11.1483	224.3190
5.15	-111.0196	-75.5227	189.0145

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-152.9164	-112.4699	252.5015
2.75	-31.1872	3.6643	217.1970
5.15	-135.0490	75.5227	181.8925

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-235.0858	-285.9957	135.7609
3.10	214.2641	-16.8734	135.7609
5.90	-170.3955	306.3520	135.7609

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-127.4644	219.2793	74.6819
3.10	156.8850	-11.0878	87.8979
5.90	-189.5682	-241.4758	101.1139

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	62 di 99

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-235.0858	149.0266	289.8883
2.75	-47.0500	15.0344	254.5838
5.15	-127.4644	-74.6819	219.2793

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-170.3955	-122.6278	312.0848
2.75	-45.7368	11.3810	276.7803
5.15	-189.5682	101.1139	241.4758

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-198.8191	-252.8908	125.0431
3.10	172.2040	-3.5200	125.0431
5.90	-161.1622	246.8728	125.0431

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-120.3070	186.2748	74.7384
3.10	120.6433	-5.2613	74.7384
5.90	-139.5306	-180.5772	74.7384

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-198.8191	136.9543	256.8838
2.75	-32.5474	8.9700	221.5793
5.15	-120.3070	-74.7384	186.2748

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.35	-161.1622	-113.2541	251.1862
2.75	-37.5509	2.8801	215.8817
5.15	-139.5306	74.7384	180.5772

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	141
3.10	176
5.90	230

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	142
3.10	167
5.90	209

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	145
3.10	146
5.90	161

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	0
3.10	89
5.90	282

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	146
3.10	145
5.90	157

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	0
3.10	86
5.90	270

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	64 di 99

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	0
3.10	111
5.90	286

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	0
3.10	107
5.90	274

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	108
3.10	103
5.90	108

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	104
3.10	122
5.90	153

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	107
3.10	106
5.90	115

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	108
3.10	103
5.90	108

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	103

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	65 di 99

3.10 127

5.90 164

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	106
3.10	107
5.90	117

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	104
3.10	122
5.90	153

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	σ_t [kPa]
0.30	106
3.10	106
5.90	115

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	66 di 99

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_{rzd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
V_{Rsd}	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
A_{sv}	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 = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.30	338.36 (338.36)	192.94	598.33	1049.32	38.01	38.01	3.10
2	3.10	-325.59 (-331.09)	192.94	614.00	-1053.67	38.01	38.01	3.18
3	5.90	221.11 (338.36)	192.94	598.33	1049.32	38.01	38.01	3.10

Verifica sezioni traverso [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	0.30	-165.58 (-278.14)	105.13	304.82	-806.44	38.01	38.01	2.90
2	3.10	243.85 (245.57)	129.09	440.35	837.68	38.01	38.01	3.41
3	5.90	-278.14 (-278.14)	153.04	463.90	-843.11	38.01	38.01	3.03



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	67 di 99

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	-338.36 (-338.36)	417.09	1211.18	-982.56	19.01	38.01	2.90
2	2.75	-58.72 (-71.37)	369.43	4905.91	-947.72	19.01	38.01	13.28
3	5.15	-165.58 (-216.67)	321.77	1522.18	-1025.03	19.01	38.01	4.73

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	-221.11 (-278.14)	457.32	1732.56	-1053.75	19.01	38.01	3.79
2	2.75	-56.34 (-66.96)	409.66	5394.27	-881.70	19.01	38.01	13.17
3	5.15	-278.14 (-278.14)	362.00	1293.40	-993.79	19.01	38.01	3.57

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	316.67 (316.67)	184.49	613.83	1053.62	38.01	38.01	3.33
2	3.10	-298.32 (-301.60)	184.49	650.78	-1063.86	38.01	38.01	3.53
3	5.90	228.74 (316.67)	184.49	613.83	1053.62	38.01	38.01	3.33

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	68 di 99

1	0.30	-174.31 (-258.73)	103.38	323.98	-810.85	38.01	38.01	3.13
2	3.10	217.49 (218.38)	121.34	469.15	844.32	38.01	38.01	3.87
3	5.90	-258.73 (-258.73)	139.31	452.55	-840.50	38.01	38.01	3.25

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	-316.67 (-316.67)	397.17	1236.68	-986.05	19.01	38.01	3.11
2	2.75	-61.95 (-71.52)	349.51	4739.18	-969.75	19.01	38.01	13.56
3	5.15	-174.31 (-224.55)	301.84	1345.41	-1000.89	19.01	38.01	4.46

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	-228.74 (-258.73)	427.34	1742.74	-1055.14	19.01	38.01	4.08
2	2.75	-60.16 (-68.05)	379.68	5123.64	-918.29	19.01	38.01	13.49
3	5.15	-258.73 (-258.73)	332.02	1271.44	-990.79	19.01	38.01	3.83

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	272.63 (272.63)	173.51	682.71	1072.71	38.01	38.01	3.93
2	3.10	-249.36 (-250.29)	173.51	758.12	-1093.62	38.01	38.01	4.37
3	5.90	204.37 (272.63)	173.51	682.71	1072.71	38.01	38.01	3.93

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	69 di 99

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-152.61 (-187.45)	105.24	474.73	-845.61	38.01	38.01	4.51
2	3.10	178.17 (178.40)	105.24	502.60	852.03	38.01	38.01	4.78
3	5.90	-187.45 (-187.45)	105.24	474.73	-845.61	38.01	38.01	4.51

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	-272.63 (-272.63)	357.27	1304.27	-995.27	19.01	38.01	3.65
2	2.75	-32.43 (-39.74)	309.61	6080.38	-780.41	19.01	38.01	19.64
3	5.15	-152.61 (-203.75)	261.95	1274.27	-991.18	19.01	38.01	4.86

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	-204.37 (-204.37)	346.94	1805.35	-1063.49	19.01	38.01	5.20
2	2.75	-41.50 (-44.63)	299.28	5656.04	-843.52	19.01	38.01	18.90
3	5.15	-187.45 (-204.37)	251.62	1209.40	-982.32	19.01	38.01	4.81

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	442.17 (442.17)	173.78	389.68	991.48	38.01	38.01	2.24

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	70 di 99

2	3.10	-120.21 (-216.17)	185.60	995.46	-1159.41	38.01	38.01	5.36
3	5.90	-62.51 (-230.51)	197.42	992.20	-1158.51	38.01	38.01	5.03

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	11.88 (73.95)	124.40	1953.06	1160.91	38.01	38.01	15.70
2	3.10	110.06 (134.18)	137.84	990.87	964.60	38.01	38.01	7.19
3	5.90	-303.45 (-303.45)	151.27	414.64	-831.75	38.01	38.01	2.74

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	-442.17 (-442.17)	189.63	345.44	-805.47	19.01	38.01	1.82
2	2.75	65.35 (105.33)	158.67	889.44	590.45	19.01	38.01	5.61
3	5.15	11.88 (72.34)	127.71	1155.30	654.43	19.01	38.01	9.05

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	62.51 (69.80)	302.25	4926.99	1137.75	19.01	38.01	16.30
2	2.75	-12.73 (-53.37)	271.29	4853.22	-954.84	19.01	38.01	17.89
3	5.15	-303.45 (-303.45)	240.33	694.75	-877.22	19.01	38.01	2.89

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

Base sezione B = 100 cm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	71 di 99

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	267.37 (267.37)	169.92	681.53	1072.39	38.01	38.01	4.01
2	3.10	-241.15 (-241.71)	169.92	771.40	-1097.30	38.01	38.01	4.54
3	5.90	216.18 (267.37)	169.92	681.53	1072.39	38.01	38.01	4.01

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	-164.58 (-190.71)	103.45	456.43	-841.39	38.01	38.01	4.41
2	3.10	168.23 (168.23)	103.45	527.50	857.78	38.01	38.01	5.10
3	5.90	-190.71 (-190.71)	103.45	456.43	-841.39	38.01	38.01	4.41

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	-267.37 (-267.37)	352.30	1312.98	-996.46	19.01	38.01	3.73
2	2.75	-42.24 (-47.80)	304.64	5511.24	-864.69	19.01	38.01	18.09
3	5.15	-164.58 (-214.86)	256.98	1164.62	-973.73	19.01	38.01	4.53

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	-216.18 (-216.18)	344.56	1664.71	-1044.49	19.01	38.01	4.83
2	2.75	-49.04 (-51.30)	296.90	5230.49	-903.84	19.01	38.01	17.62



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	72 di 99

3	5.15	-190.71 (-216.18)	249.23	1109.56	-962.43	19.01	38.01	4.45
---	------	-------------------	--------	---------	---------	-------	-------	------

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	430.23 (430.23)	170.24	392.65	992.31	38.01	38.01	2.31
2	3.10	-111.35 (-204.06)	182.06	1047.24	-1173.77	38.01	38.01	5.75
3	5.90	-61.86 (-221.01)	193.88	1024.01	-1167.33	38.01	38.01	5.28

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	12.40 (70.75)	123.36	2046.05	1173.41	38.01	38.01	16.59
2	3.10	101.42 (125.48)	133.49	1037.69	975.40	38.01	38.01	7.77
3	5.90	-288.81 (-288.81)	143.62	413.48	-831.49	38.01	38.01	2.88

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	-430.23 (-430.23)	181.99	340.27	-804.41	19.01	38.01	1.87
2	2.75	67.47 (105.82)	151.02	818.18	573.30	19.01	38.01	5.42
3	5.15	12.40 (72.35)	120.06	1039.97	626.68	19.01	38.01	8.66

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	73 di 99

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	61.86 (68.75)	286.42	4781.68	1147.73	19.01	38.01	16.69
2	2.75	-11.10 (-50.20)	255.46	4856.91	-954.34	19.01	38.01	19.01
3	5.15	-288.81 (-288.81)	224.50	679.42	-874.07	19.01	38.01	3.03

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	459.88 (459.88)	176.84	380.26	988.87	38.01	38.01	2.15
2	3.10	-158.31 (-251.33)	188.66	837.43	-1115.60	38.01	38.01	4.44
3	5.90	-45.15 (-228.87)	200.48	1022.01	-1166.77	38.01	38.01	5.10

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	8.85 (75.87)	121.34	1814.50	1134.54	38.01	38.01	14.95
2	3.10	121.39 (144.37)	134.78	875.76	938.06	38.01	38.01	6.50
3	5.90	-306.12 (-306.12)	148.21	401.20	-828.66	38.01	38.01	2.71

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	-459.88 (-459.88)	217.19	384.17	-813.43	19.01	38.01	1.77
2	2.75	54.99 (97.90)	177.54	1210.81	667.67	19.01	38.01	6.82
3	5.15	8.85 (67.83)	137.90	1485.28	730.56	19.01	38.01	10.77



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	74 di 99

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	45.15 (54.19)	329.69	6197.99	1018.79	19.01	38.01	18.80
2	2.75	-22.75 (-61.90)	290.04	4616.59	-985.34	19.01	38.01	15.92
3	5.15	-306.12 (-306.12)	250.39	722.12	-882.84	19.01	38.01	2.88

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	447.84 (447.84)	173.27	382.88	989.60	38.01	38.01	2.21
2	3.10	-149.17 (-238.96)	185.09	871.42	-1125.03	38.01	38.01	4.71
3	5.90	-44.60 (-219.46)	196.91	1055.10	-1175.95	38.01	38.01	5.36

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.30	9.35 (72.65)	120.32	1908.92	1152.65	38.01	38.01	15.86
2	3.10	112.74 (135.35)	130.45	912.22	946.47	38.01	38.01	6.99
3	5.90	-291.50 (-291.50)	140.58	399.44	-828.25	38.01	38.01	2.84

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	75 di 99

1	0.35	-447.84 (-447.84)	209.55	380.23	-812.62	19.01	38.01	1.81
2	2.75	57.14 (98.41)	169.90	1111.80	643.96	19.01	38.01	6.54
3	5.15	9.35 (67.83)	130.25	1338.26	696.87	19.01	38.01	10.27

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.35	44.60 (53.20)	313.85	6085.62	1031.49	19.01	38.01	19.39
2	2.75	-21.08 (-58.70)	274.21	4608.16	-986.41	19.01	38.01	16.81
3	5.15	-291.50 (-291.50)	234.56	708.07	-879.96	19.01	38.01	3.02

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 cm²

A_{fs} Area armatura superiore, espressa in cm²

σ_{fi} Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in kPa

σ_{fs} Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in kPa

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espresse in kPa

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in kPa

A_{sv} Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm²

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	167.27	119.41	38.01	38.01	25188	62023	2281

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	76 di 99

2	3.10	-173.50	119.41	38.01	38.01	64846	26024	2362
3	5.90	167.27	119.41	38.01	38.01	25188	62023	2281

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-241.88	-445
2	3.10	0.00	4.95	9
3	5.90	0.00	241.88	445

Verifica sezioni traverso [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	0.30	-115.80	68.52	38.01	38.01	54925	21100	2040
2	3.10	129.65	68.52	38.01	38.01	23396	62468	2275
3	5.90	-115.80	68.52	38.01	38.01	54925	21100	2040

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	175.32	382
2	3.10	0.00	0.00	0
3	5.90	0.00	-175.32	-382

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-167.27	245.92	19.01	38.01	63970	38805	3443
2	2.75	-28.74	210.62	19.01	38.01	278	9748	733
3	5.15	-115.80	175.32	19.01	38.01	43750	26985	2388

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	77 di 99

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	119.47	260
2	2.75	0.00	3.34	7
3	5.15	0.00	-68.52	-149

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-167.27	245.92	19.01	38.01	63970	38805	3443
2	2.75	-28.74	210.62	19.01	38.01	278	9748	733
3	5.15	-115.80	175.32	19.01	38.01	43750	26985	2388

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	-119.47	-260
2	2.75	0.00	-3.34	-7
3	5.15	0.00	68.52	149

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	228.69	136.49	38.01	38.01	33815	87898	3094
2	3.10	-220.49	136.49	38.01	38.01	84179	32719	2987
3	5.90	164.00	136.49	38.01	38.01	25129	58586	2253

Verifiche taglio

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	78 di 99

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-285.99	-526
2	3.10	0.00	-16.88	-31
3	5.90	0.00	306.35	563

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-117.55	73.95	38.01	38.01	55236	21539	2076
2	3.10	166.80	87.16	38.01	38.01	30074	80491	2926
3	5.90	-179.65	100.38	38.01	38.01	85916	32571	3159

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	219.28	478
2	3.10	0.00	-11.09	-24
3	5.90	0.00	-241.48	-526

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-228.69	289.89	19.01	38.01	92421	51917	4664
2	2.75	-38.89	254.58	19.01	38.01	1342	12584	955
3	5.15	-117.55	219.28	19.01	38.01	40146	28334	2460

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	149.76	326

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	79 di 99

2	2.75	0.00	15.77	34
3	5.15	0.00	-73.95	-161

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-164.00	312.08	19.01	38.01	55390	39665	3436
2	2.75	-37.58	276.78	19.01	38.01	325	12776	961
3	5.15	-179.65	241.48	19.01	38.01	71121	41127	3677

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	-123.36	-269
2	2.75	0.00	10.65	23
3	5.15	0.00	100.38	219

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	192.42	125.78	38.01	38.01	28709	72689	2613
2	3.10	-178.43	125.78	38.01	38.01	66348	26832	2431
3	5.90	154.76	125.78	38.01	38.01	23648	55633	2123

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-252.88	-465
2	3.10	0.00	-3.52	-6
3	5.90	0.00	246.87	454

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	80 di 99

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-110.39	74.01	38.01	38.01	51334	20352	1954
2	3.10	130.56	74.01	38.01	38.01	23701	62316	2297
3	5.90	-129.61	74.01	38.01	38.01	61798	23543	2281

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	186.27	406
2	3.10	0.00	-5.26	-11
3	5.90	0.00	-180.58	-393

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-192.42	256.88	19.01	38.01	76366	44007	3937
2	2.75	-24.39	221.58	19.01	38.01	827	9214	684
3	5.15	-110.39	186.27	19.01	38.01	39709	26170	2294

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	137.69	300
2	2.75	0.00	9.70	21
3	5.15	0.00	-74.01	-161

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	81 di 99

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-154.76	251.19	19.01	38.01	56705	36461	3207
2	2.75	-29.39	215.88	19.01	38.01	271	9980	751
3	5.15	-129.61	180.58	19.01	38.01	50631	29828	2659

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	-113.99	-248
2	2.75	0.00	2.15	5
3	5.15	0.00	74.01	161

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	168.55	119.27	38.01	38.01	25356	62620	2297
2	3.10	-172.25	119.27	38.01	38.01	64298	25853	2345
3	5.90	168.55	119.27	38.01	38.01	25356	62620	2297

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-241.88	-445
2	3.10	0.00	4.95	9
3	5.90	0.00	241.88	445

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	82 di 99

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-117.78	68.67	38.01	38.01	55988	21433	2074
2	3.10	127.66	68.67	38.01	38.01	23071	61370	2242
3	5.90	-117.78	68.67	38.01	38.01	55988	21433	2074

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	175.32	382
2	3.10	0.00	0.00	0
3	5.90	0.00	-175.32	-382

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-168.55	245.92	19.01	38.01	64659	39057	3468
2	2.75	-30.37	210.62	19.01	38.01	656	10059	760
3	5.15	-117.78	175.32	19.01	38.01	44817	27376	2427

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	119.32	260
2	2.75	0.00	3.19	7
3	5.15	0.00	-68.67	-150

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	83 di 99

1	0.35	-168.55	245.92	19.01	38.01	64659	39057	3468
2	2.75	-30.37	210.62	19.01	38.01	656	10059	760
3	5.15	-117.78	175.32	19.01	38.01	44817	27376	2427

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	-119.32	-260
2	2.75	0.00	-3.19	-7
3	5.15	0.00	68.67	150

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	245.32	140.62	38.01	38.01	36138	94968	3313
2	3.10	-230.99	140.62	38.01	38.01	88465	34221	3128
3	5.90	164.46	140.62	38.01	38.01	25282	58325	2262

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-297.02	-546
2	3.10	0.00	-22.33	-41
3	5.90	0.00	322.46	593

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-119.97	75.45	38.01	38.01	56376	21983	2118
2	3.10	174.11	91.97	38.01	38.01	31418	83898	3056



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	84 di 99

3	5.90	-197.60	108.49	38.01	38.01	94726	35772	3472
---	------	---------	--------	-------	-------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	230.27	502
2	3.10	0.00	-13.86	-30
3	5.90	0.00	-258.02	-562

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-245.32	300.88	19.01	38.01	100238	55438	4993
2	2.75	-43.06	265.57	19.01	38.01	2078	13625	1039
3	5.15	-119.97	230.27	19.01	38.01	40321	29059	2515

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	157.19	342
2	2.75	0.00	18.73	41
3	5.15	0.00	-75.45	-164

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-164.46	328.62	19.01	38.01	53981	40113	3458
2	2.75	-41.42	293.32	19.01	38.01	707	13841	1044
3	5.15	-197.60	258.02	19.01	38.01	79042	45047	4037

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	85 di 99

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	-124.19	-271
2	2.75	0.00	14.29	31
3	5.15	0.00	108.49	236

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	199.99	127.22	38.01	38.01	29756	75954	2713
2	3.10	-178.42	127.22	38.01	38.01	66176	26864	2433
3	5.90	152.92	127.22	38.01	38.01	23430	54634	2100

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-255.64	-470
2	3.10	0.00	-5.64	-10
3	5.90	0.00	248.11	456

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-111.02	75.52	38.01	38.01	51500	20498	1967
2	3.10	128.81	75.52	38.01	38.01	23452	61180	2269
3	5.90	-135.05	75.52	38.01	38.01	64579	24487	2375

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
----	---	-----------------	---	----------------

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	86 di 99

1	0.30	0.00	189.01	412
2	3.10	0.00	-6.58	-14
3	5.90	0.00	-181.89	-396

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-199.99	259.62	19.01	38.01	80162	45555	4085
2	2.75	-24.93	224.32	19.01	38.01	798	9369	696
3	5.15	-111.02	189.01	19.01	38.01	39764	26358	2308

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	142.10	310
2	2.75	0.00	11.15	24
3	5.15	0.00	-75.52	-165

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-152.92	252.50	19.01	38.01	55581	36125	3173
2	2.75	-31.19	217.20	19.01	38.01	646	10348	781
3	5.15	-135.05	181.89	19.01	38.01	53425	30926	2765

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	-112.47	-245
2	2.75	0.00	3.66	8



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	87 di 99

3 5.15 0.00 75.52 165

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	235.09	135.76	38.01	38.01	34654	90888	3176
2	3.10	-214.26	135.76	38.01	38.01	81439	31868	2906
3	5.90	170.40	135.76	38.01	38.01	25976	61563	2335

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-286.00	-526
2	3.10	0.00	-16.87	-31
3	5.90	0.00	306.35	563

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-127.46	74.68	38.01	38.01	60548	23206	2245
2	3.10	156.88	87.90	38.01	38.01	28450	75001	2759
3	5.90	-189.57	101.11	38.01	38.01	91231	34235	3328

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	219.28	478
2	3.10	0.00	-11.09	-24
3	5.90	0.00	-241.48	-526

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	88 di 99

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-235.09	289.89	19.01	38.01	95887	53165	4786
2	2.75	-47.05	254.58	19.01	38.01	3769	14250	1100
3	5.15	-127.46	219.28	19.01	38.01	45420	30313	2652

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	149.03	325
2	2.75	0.00	15.03	33
3	5.15	0.00	-74.68	-163

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-170.40	312.08	19.01	38.01	58782	40946	3561
2	2.75	-45.74	276.78	19.01	38.01	2411	14374	1098
3	5.15	-189.57	241.48	19.01	38.01	76485	43066	3867

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	-122.63	-267
2	2.75	0.00	11.38	25
3	5.15	0.00	101.11	220

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

Base sezione B = 100 cm

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	89 di 99

Altezza sezione H = 70.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	198.82	125.04	38.01	38.01	29549	75677	2696
2	3.10	-172.20	125.04	38.01	38.01	63611	25979	2350
3	5.90	161.16	125.04	38.01	38.01	24494	58612	2206

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	-252.89	-465
2	3.10	0.00	-3.52	-6
3	5.90	0.00	246.87	454

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.30	-120.31	74.74	38.01	38.01	56646	22020	2124
2	3.10	120.64	74.74	38.01	38.01	22075	56829	2129
3	5.90	-139.53	74.74	38.01	38.01	67113	25207	2450

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.30	0.00	186.27	406
2	3.10	0.00	-5.26	-11
3	5.90	0.00	-180.58	-393

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	90 di 99

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-198.82	256.88	19.01	38.01	79826	45258	4060
2	2.75	-32.55	221.58	19.01	38.01	837	10698	809
3	5.15	-120.31	186.27	19.01	38.01	45020	28134	2485

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	136.95	298
2	2.75	0.00	8.97	20
3	5.15	0.00	-74.74	-163

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.35	-161.16	251.19	19.01	38.01	60135	37727	3331
2	2.75	-37.55	215.88	19.01	38.01	2443	11596	890
3	5.15	-139.53	180.58	19.01	38.01	55989	31769	2849

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.35	0.00	-113.25	-247
2	2.75	0.00	2.88	6
3	5.15	0.00	74.74	163

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	91 di 99

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° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.30	38.01	38.01	257.92	-257.92	245.32	0.00	0.20	0.00	0.000
2	3.10	38.01	38.01	257.92	-257.92	-230.99	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.90	38.01	38.01	257.92	-257.92	164.46	0.00	0.20	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.30	38.01	38.01	193.03	-193.03	-119.97	0.00	0.20	0.00	0.000
2	3.10	38.01	38.01	193.03	-193.03	174.11	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.90	38.01	38.01	193.03	-193.03	-197.60	0.06	0.20	177.78	0.018

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.35	19.01	38.01	175.69	-189.78	-245.32	0.07	0.20	177.78	0.023
2	2.75	19.01	38.01	175.69	-189.78	-43.06	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.15	19.01	38.01	175.69	-189.78	-119.97	0.00	0.20	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.35	19.01	38.01	175.69	-189.78	-164.46	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.75	19.01	38.01	175.69	-189.78	-41.42	0.00	0.20	0.00	0.000



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	92 di 99

3	5.15	19.01	38.01	175.69	-189.78	-197.60	0.05	0.20	177.78	0.015
---	------	-------	-------	--------	---------	---------	------	------	--------	-------

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	38.01	38.01	257.92	-257.92	199.99	0.00	0.20	0.00	0.000
2	3.10	38.01	38.01	257.92	-257.92	-178.42	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.90	38.01	38.01	257.92	-257.92	152.92	0.00	0.20	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	38.01	38.01	193.03	-193.03	-111.02	0.00	0.20	0.00	0.000
2	3.10	38.01	38.01	193.03	-193.03	128.81	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.90	38.01	38.01	193.03	-193.03	-135.05	0.00	0.20	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.35	19.01	38.01	175.69	-189.78	-199.99	0.05	0.20	177.78	0.015
2	2.75	19.01	38.01	175.69	-189.78	-24.93	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.15	19.01	38.01	175.69	-189.78	-111.02	0.00	0.20	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.35	19.01	38.01	175.69	-189.78	-152.92	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.75	19.01	38.01	175.69	-189.78	-31.19	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.15	19.01	38.01	175.69	-189.78	-135.05	0.00	0.20	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	38.01	38.01	257.92	-257.92	235.09	0.00	0.20	0.00	0.000
2	3.10	38.01	38.01	257.92	-257.92	-214.26	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.90	38.01	38.01	257.92	-257.92	170.40	0.00	0.20	0.00	0.000



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	93 di 99

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	38.01	38.01	193.03	-193.03	-127.46	0.00	0.20	0.00	0.000
2	3.10	38.01	38.01	193.03	-193.03	156.88	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.90	38.01	38.01	193.03	-193.03	-189.57	0.00	0.20	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.35	19.01	38.01	175.69	-189.78	-235.09	0.06	0.20	177.78	0.020
2	2.75	19.01	38.01	175.69	-189.78	-47.05	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.15	19.01	38.01	175.69	-189.78	-127.46	0.00	0.20	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.35	19.01	38.01	175.69	-189.78	-170.40	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.75	19.01	38.01	175.69	-189.78	-45.74	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.15	19.01	38.01	175.69	-189.78	-189.57	0.00	0.20	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	38.01	38.01	257.92	-257.92	198.82	0.00	0.20	0.00	0.000
2	3.10	38.01	38.01	257.92	-257.92	-172.20	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.90	38.01	38.01	257.92	-257.92	161.16	0.00	0.20	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.30	38.01	38.01	193.03	-193.03	-120.31	0.00	0.20	0.00	0.000
2	3.10	38.01	38.01	193.03	-193.03	120.64	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.90	38.01	38.01	193.03	-193.03	-139.53	0.00	0.20	0.00	0.000

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

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

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	94 di 99

1	0.35	19.01	38.01	175.69	-189.78	-198.82	0.05	0.20	177.78	0.015
2	2.75	19.01	38.01	175.69	-189.78	-32.55	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.15	19.01	38.01	175.69	-189.78	-120.31	0.00	0.20	0.00	0.000

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

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.35	19.01	38.01	175.69	-189.78	-161.16	0.00	0.20	0.00	0.000
2	2.75	19.01	38.01	175.69	-189.78	-37.55	0.00	0.20	0.00	0.000
3	5.15	19.01	38.01	175.69	-189.78	-139.53	0.00	0.20	0.00	0.000

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	95 di 99

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.30	-459.88	-167.27	-411.82	-181.99	119.27	192.94
3.10	111.35	325.59	-166.60	4.95	119.27	192.94
5.90	-228.74	62.51	241.88	448.71	119.27	200.48

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.30	-174.31	12.40	120.06	321.77	68.52	124.40
3.10	101.42	243.85	-56.31	0.00	68.52	137.84
5.90	-306.12	-115.80	-362.00	-175.32	68.52	153.04

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.35	-459.88	-167.27	119.32	346.15	181.99	417.09
2.75	-61.95	67.47	3.19	90.27	151.02	369.43
5.15	-174.31	12.40	-124.40	-68.52	120.06	321.77

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.35	-228.74	62.51	-169.11	-27.01	245.92	457.32
2.75	-60.16	-11.10	-3.34	83.63	210.62	409.66
5.15	-306.12	-115.80	68.52	153.04	175.32	362.00

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{\min} [kPa]	σ_{\max} [kPa]
0.30	0	146
3.10	86	176
5.90	108	286

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	96 di 99

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

X	A _n	A _{fs}	CS
0.30	38.01	38.01	2.15
3.10	38.01	38.01	3.18
5.90	38.01	38.01	3.10

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A _n	A _{fs}	CS
0.30	38.01	38.01	2.90
3.10	38.01	38.01	3.41
5.90	38.01	38.01	2.71

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A _n	A _{fs}	CS
0.35	19.01	38.01	1.77
2.75	19.01	38.01	5.42
5.15	19.01	38.01	4.46

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A _n	A _{fs}	CS
0.35	19.01	38.01	3.79
2.75	19.01	38.01	13.17
5.15	19.01	38.01	2.88

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	97 di 99

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	38.01	38.01	3313	94968	36138
3.10	38.01	38.01	3128	34221	88465
5.90	38.01	38.01	2335	62620	25976

X	τ_c	A_{sw}
0.30	-546	0.00
3.10	-41	0.00
5.90	593	0.00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.30	38.01	38.01	2245	23206	60548
3.10	38.01	38.01	3056	83898	31418
5.90	38.01	38.01	3472	35772	94726

X	τ_c	A_{sw}
0.30	502	0.00
3.10	-30	0.00
5.90	-562	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
---	----------	----------	------------	---------------	---------------

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	98 di 99

0.35	19.01	38.01	4993	55438	100238
2.75	19.01	38.01	1100	14250	3769
5.15	19.01	38.01	2652	30313	45420

Y	τ_c	A_{sw}
0.35	342	0.00
2.75	41	0.00
5.15	-165	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60.00 cm

Y	A_n	A_{fs}	σ_c	σ_n	σ_{fs}
0.35	19.01	38.01	3561	40946	64659
2.75	19.01	38.01	1098	14374	2443
5.15	19.01	38.01	4037	45047	79042

Y	τ_c	A_{sw}
0.35	-271	0.00
2.75	31	0.00
5.15	236	0.00



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
TOMBINI IDRAULICI

IN30A, IN30B e IN30D - Tombino alla pk 15+005:
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IN3000 001	A	99 di 99

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

IC Indice della combinazione

N_c, N_q, N_γ Fattori di capacità portante

N_c, N_q, N_γ Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.

qu Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]

Q_U Portanza ultima del terreno, espressa in [kN/m]

Q_V Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN/m]

FS Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ	qu	Q_U	Q_V	FS
1	18.05	8.66	4.82	23.13	9.62	4.43	1689	10473.51	1004.15	10.43
2	18.05	8.66	4.82	23.44	9.75	4.68	1752	10861.16	954.25	11.38
3	18.05	8.66	4.82	23.02	9.57	4.33	1783	11052.57	833.95	13.25
4	18.05	8.66	4.82	10.78	4.48	0.59	410	2544.67	576.17	4.42
5	18.05	8.66	4.82	23.40	9.73	4.65	1834	11370.11	826.60	13.76
6	18.05	8.66	4.82	10.52	4.38	0.71	406	2517.79	552.70	4.56
7	18.05	8.66	4.82	11.93	4.96	0.20	484	2998.70	654.80	4.58
8	18.05	8.66	4.82	11.72	4.88	0.26	480	2975.64	631.33	4.71