

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18

Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

SCALA:

-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
RS3E	50	D	78	CL	SL0300	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:RS3E50D78CLSL0300001A

n. Elab.: 725

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane
Direzione Regionale
UO Infrastrutture Sud
Poli Ing. Paolo Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10872



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	B	2 di 99

INDICE

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	3 di 99

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

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 "SOTTOVIA- Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica".

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.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 14 gennaio 2008.

2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento al Sottovia SL03 previsto lungo l'asse principale di progetto in corrispondenza della pk. 20+860 a risoluzione dell'interferenza con la viabilità NV18.

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il sottovia è costituita da uno scatolare in c.a. di dimensioni interne 9.56m (larghezza) x 6.10 (altezza). Lo spessore strutturale per la fondazione è di 1.20 m, mentre per trasverso e piedritti è pari a 1.10m.

Di seguitosi riportano alcune immagini rappresentative delle sezioni di imbocco. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:



Figura 1 – Inquadramento planimetrico

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	5 di 99

PROSPETTO A-A
1:100

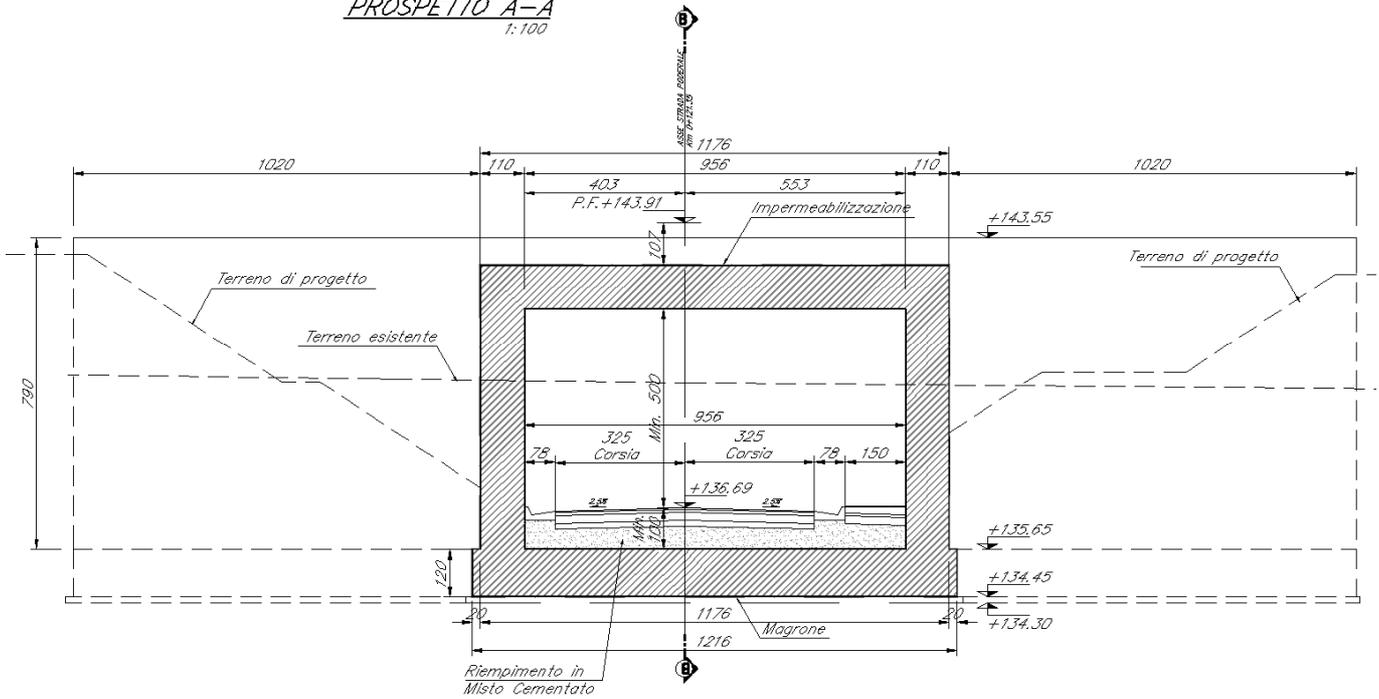


Figura 2 – Sezione trasversale tipo

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	6 di 99

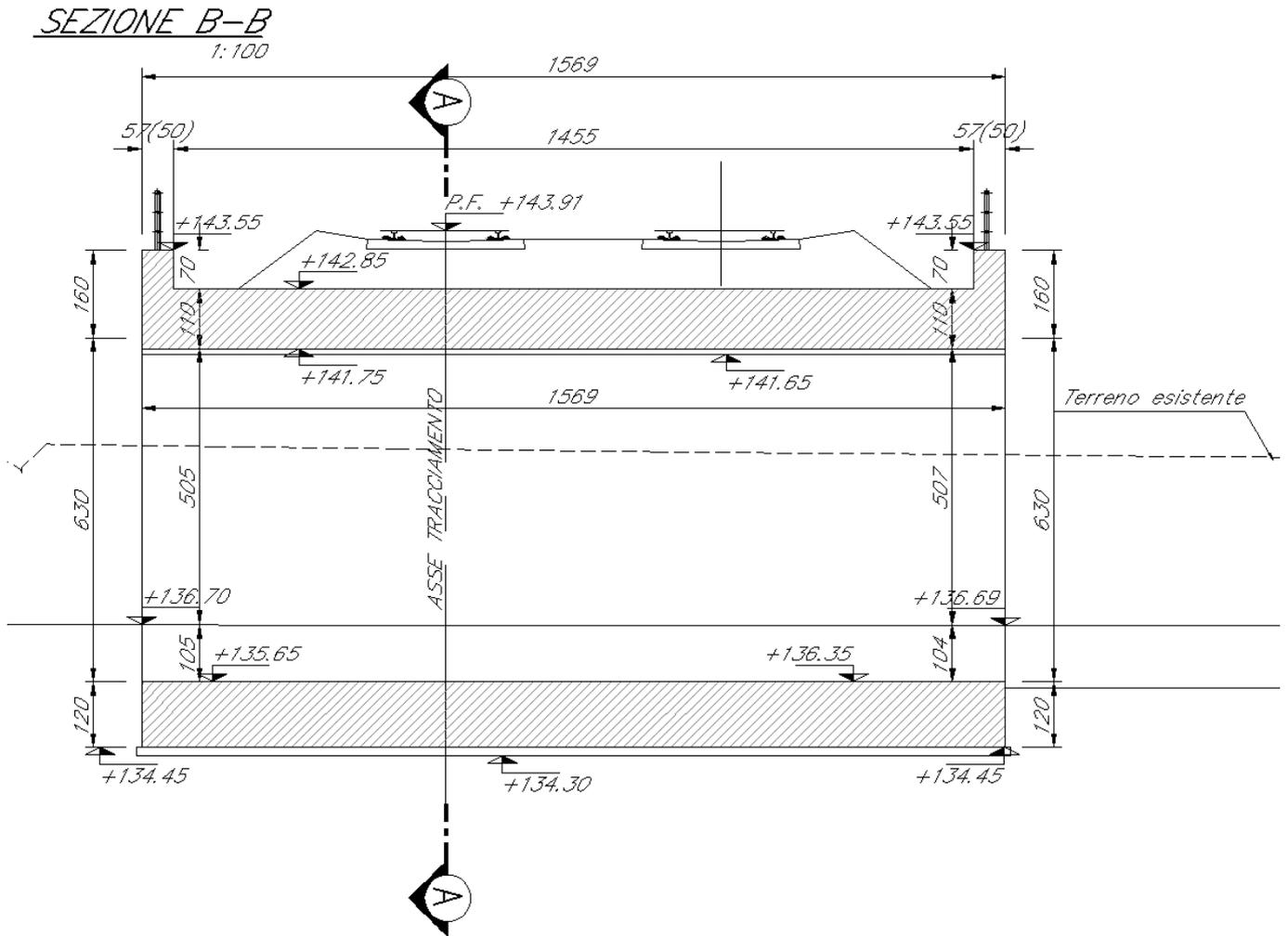


Figura 3 – Sezione Longitudinale



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	7 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 rinfiaccio, 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 5.0 m dal piano di posa delle fondazioni. Ai fini delle analisi si assume cautelativamente quota di falda coincidente con il piano di posa delle fondazioni.

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

Terreno	Litotipo	γ	φ'	c'	E'	k_w
		(kN/m^3)	($^\circ$)	(kPa)	(MPa)	(kPa/m)
Terreno di Ricoprimento	Terreno da rilevato ferroviario	20	38	0	50	-
Terreno di Rinfiaccio	Terreno da rilevato ferroviario	20	38	0	50	0
Terreno di Fondazione	bbc	19.5	23	5	80	7095

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 é il lato maggiore della fondazione.	

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

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

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

$E'(\text{KN/m}^2) =$	80000
$\nu =$	0.25
$B (\text{m}) =$	12.2
$L (\text{m}) =$	15.7
$c_t =$	0.99
$K_w [\text{kN/m}^3] =$	7095

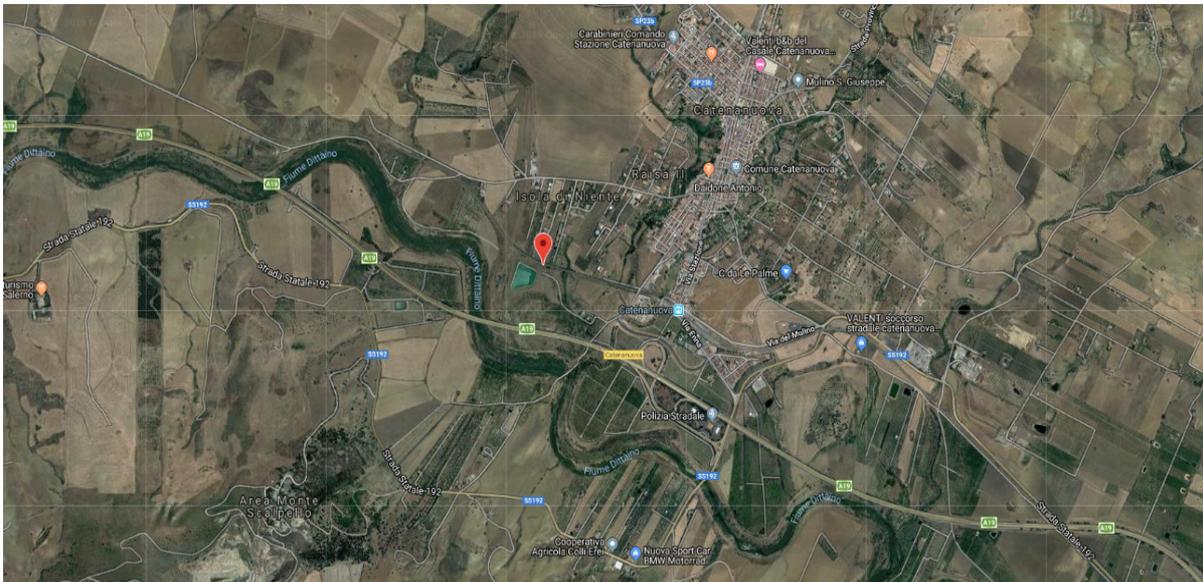
SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	10 di 99

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. 17 gennaio 2008.

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



LATITUDINE	37.568
LONGITUDINE	14.673
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
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	11 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 VELOCITA' ($V < 250$ km/h)	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITA' ($V \geq 250$ Km/h)	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 ⁽²⁾
(1) - La medesima V_N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di RFI.	

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	12 di 99

6.2 Classe d'uso

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

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

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

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

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

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

6.3 Periodo di riferimento

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

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

6.4 Valutazione dei parametri di pericolosità sismica

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

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

da cui si ottiene la seguente Tabella:

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

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

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

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

6.5 Caratterizzazione sismica del terreno

Categorie di Sottosuolo

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

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

Amplificazione Stratigrafica e Topografica

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

Tabella 4 Tabella delle espressioni per S_S e C_C

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C

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

Tabella 5 Valori massimi del coeff. di amplificazione topografica S_T

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

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

Nel caso in esame:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

B

CATEGORIA TOPOGRAFICA

T1

6.6 Parametri sismici di calcolo

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.170 g
F_o	2.511
T_C	0.529 s
S_S	1.200
C_C	1.249
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.220 s
T_C	0.661 s
T_D	2.281 s

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	16 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 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)	$\sigma_c = 0.55f_{ck} = 16.5 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)
Tensione massima di compressione in esercizio (NTC 2008)	$\sigma_c = 0.60f_{ck} = 18.0 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)

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

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

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure 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
SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	18 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 rinfiacco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione.

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

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

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u

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

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

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

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

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

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

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

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

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

8.2 Azioni

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

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

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

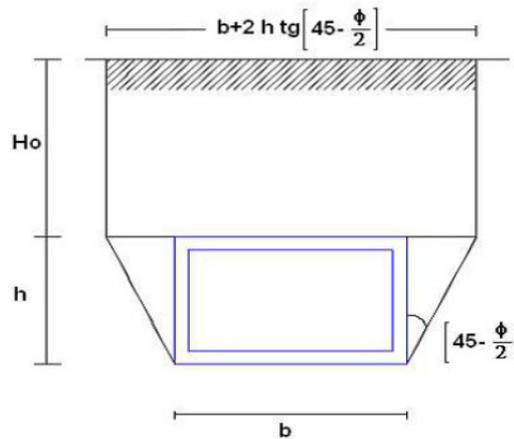
Nel seguito si andranno ad esporre in dettaglio, le valutazioni di calcolo effettuate per ciascuna delle condizioni citate.

8.2.1 Peso proprio (cond. di carico 1)

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

8.2.2 Permanenti (cond. di carico 2)

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



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

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

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

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

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

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

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

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO SOTTOVIA					
SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18. Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO SL0300 001	REV. A	FOGLIO 21 di 99

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

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

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

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione: $K_0 = 1 - \sin \phi$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	22 di 99

Forze d'inerzia

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h \cdot W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v \cdot W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{max} / g ; \quad k_v = \pm 0,5 \times k_h ;$$

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

$$a_{max} = S \cdot a = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

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

Condizione	Categoria sottosuolo	a_g/g	S=S _s S _t	a_{max}/g	β_m (-)	K_h (-)
SLV	C	0.170	1.20	0.204	1.00	0.204

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.

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:

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

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.

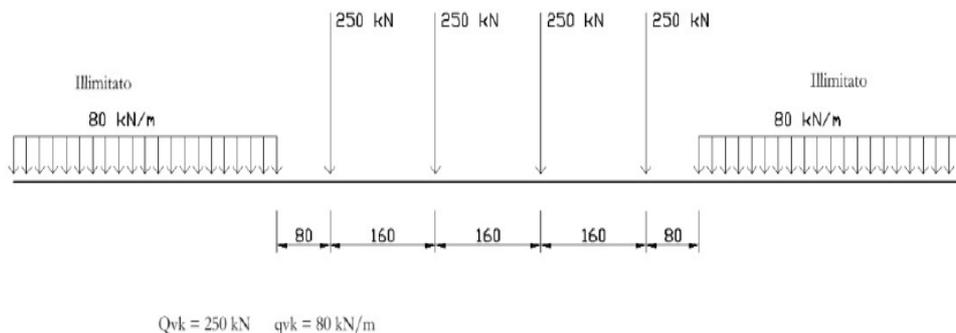


Figura 8 - Treno LM71

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

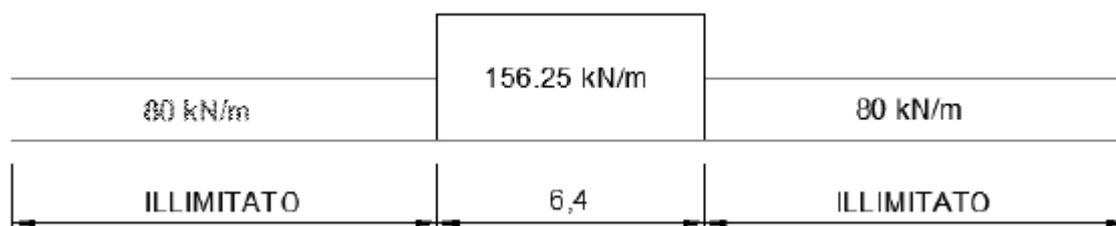
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	24 di 99

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

Determinazione delle larghezze di diffusione dei carichi mobili:

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

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



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

spessore Ballast+Armamento	0.80	m
spessore ricoprimento "hr"	0.27	m
spessore soletta "hs"	1.10	m
Larghezza traversina	2.4	m
Larghezza diffusione trasv. "b"	4.32	m
Qvk (a livello dell'asse della soletta)	36.2	kPa
qvk (a livello dell'asse della soletta)	18.5	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:



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	25 di 99

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: $\Phi 3 = 1.35$. Nel caso in esame essendo tale altezza superiore a 5m si fa riferimento al punto 5.3, per cui si ha:

n=	3	
L1 [m]=	7.25	altezza piedritto di sinistra
L2 [m]=	10.66	lunghezza solettone
L3 [m]=	7.25	altezza piedritto di destra

k = 1.3 (valutato per n=3)

Lm [m]= 8.39

Lf = k x Lm = 10.90

$\phi 3 = 1.284$ (5,2,7 "linee con normale standard manutentivo")

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

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

Nel caso in esame:

$\phi 3,rid = 1.277$ (5,2,7 "linee con normale standard manutentivo")

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	1.284		
Coefficiente dinamico ridotto $\phi_{3,rid}$	1.277		
Carico Assi Dinamizzato $Q_{vk,din}$	50.77	kPa	$q = q_{equivalente} \times \alpha \times \phi$
Carico Illimitato Dinamizzato $q_{vk,din}$	26.00	kPa	$q = q_{equivalente} \times \alpha \times \phi$

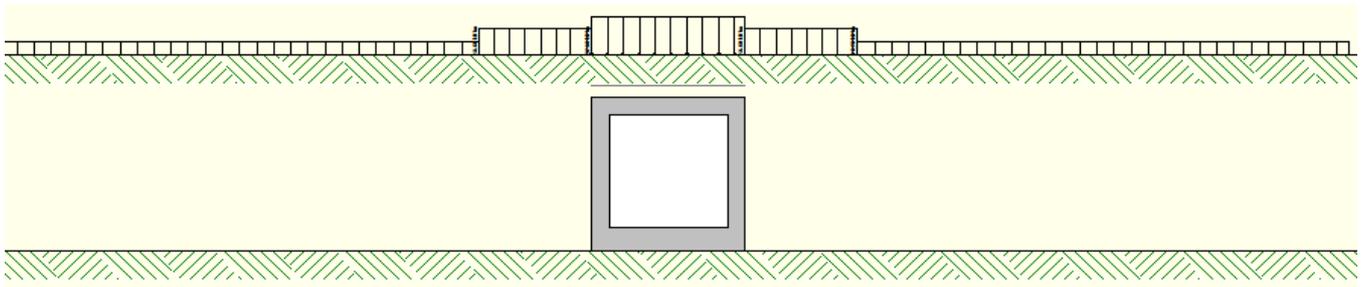
Il carico Q_{vk} è dunque applicato ad intradosso ballast su una fascia di 6.40m trascurando cautelativamente la diffusione all'interno del ballast. In direzione longitudinale la diffusione all'interno del terreno di ricoprimento, è svolta in automatico dal software di calcolo considerando come angolo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

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

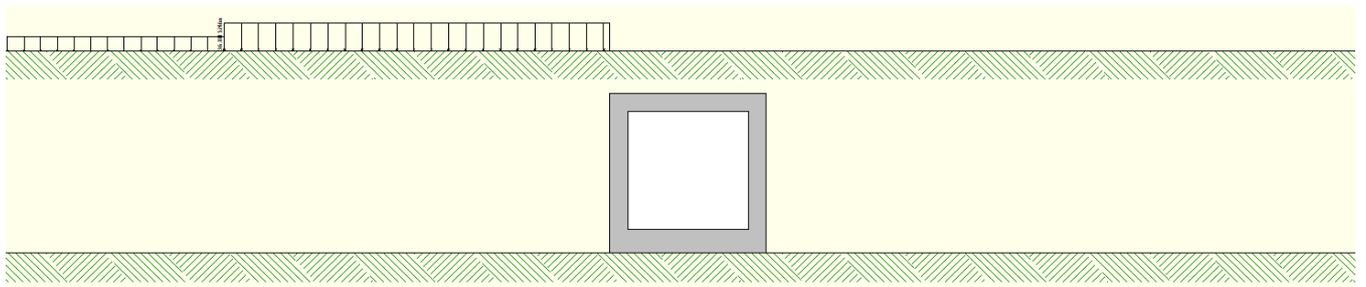
- una prima condizione di carico (Q_{CEN}) finalizzata alla massimizzazione degli effetti flessionali su traverso ed a testa piedritti;
- una seconda condizione (Q_{LAT}) con finalità di massimizzare gli effetti flessionali in mezzeria piedritto.

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

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



Condizione di Carico Q_{CEN}



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"	4.32	m
<i>Avviamento su traverso superiore</i>	8.4	KN/m

Frenatura Treno LM71 su traverso

<i>Avviamento a quota piattaforma</i>	35.0	KN/m
Coefficiente di adattamento α	1.10	
Larghezza diffusione trasv. "b"	4.32	m
<i>Frenatura su traverso superiore</i>	8.9	KN/m

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

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

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	29 di 99

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

In particolare risulta:

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

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

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

Fattori di forma

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

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

Fattori di profondità

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

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

Fattori inclinazione del carico

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

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

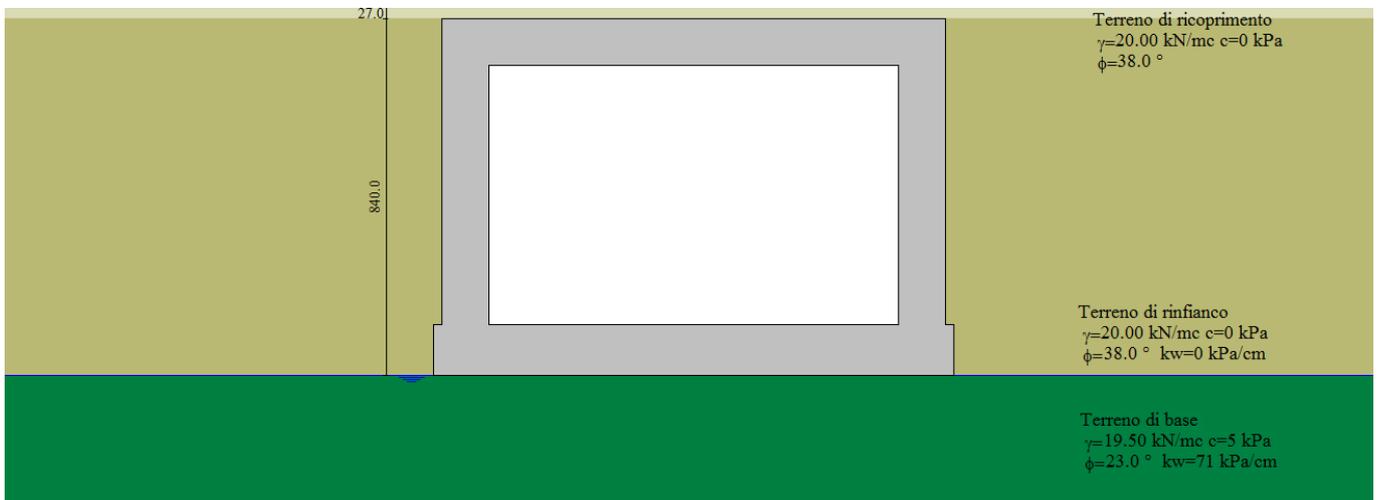
L'espressione di Meyerhof presuppone pertanto l'orizzontalità del piano di posa, condizione verificata per il caso in esame.

9. RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE

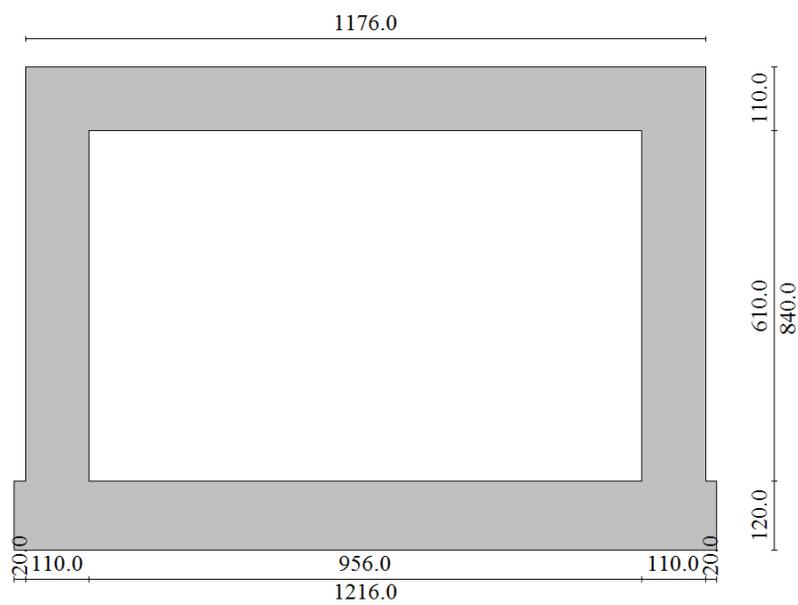
Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.11 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

9.1 MODELLO DI CALCOLO

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

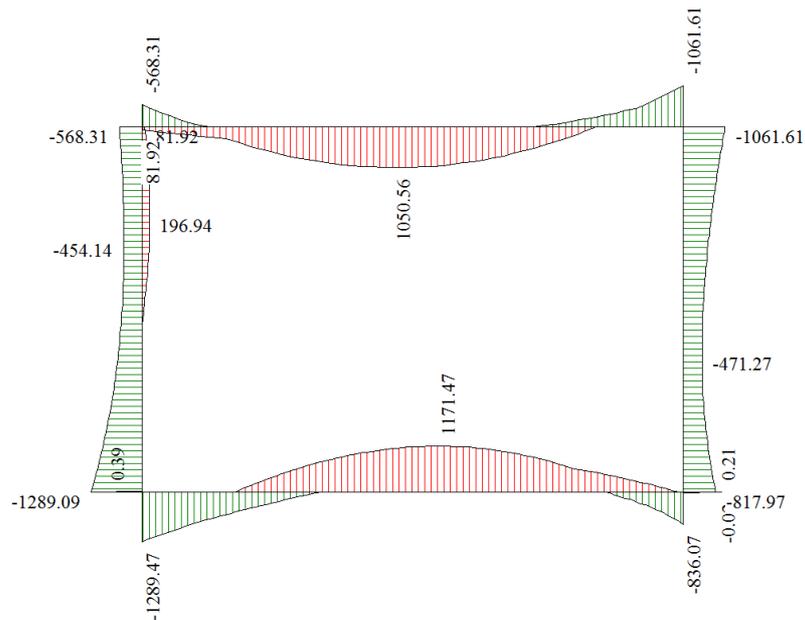


Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 1/2

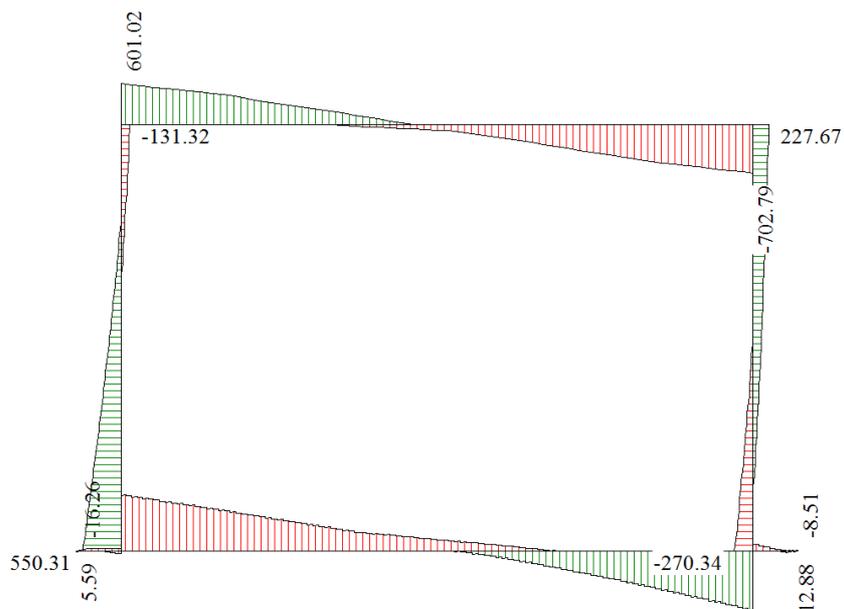


Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

9.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO



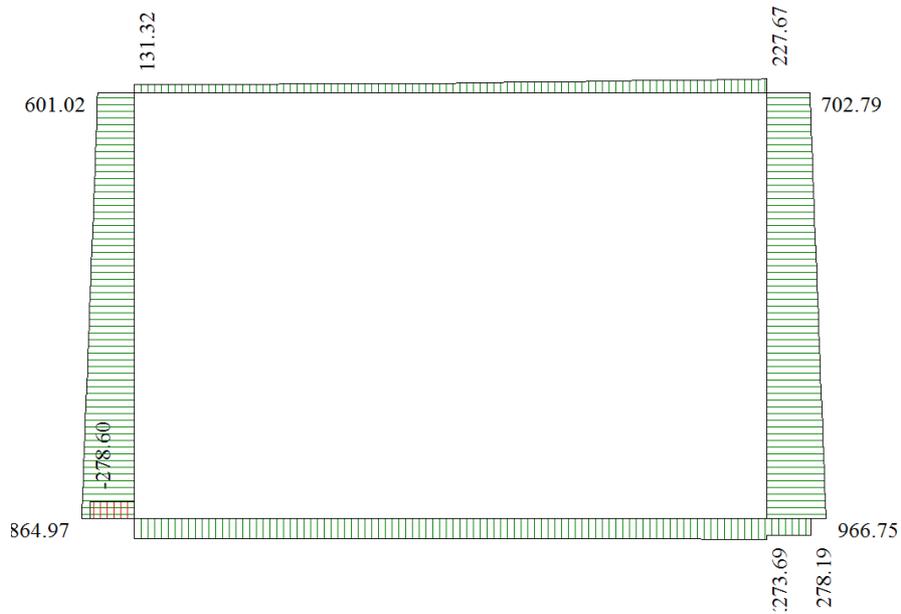
Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico



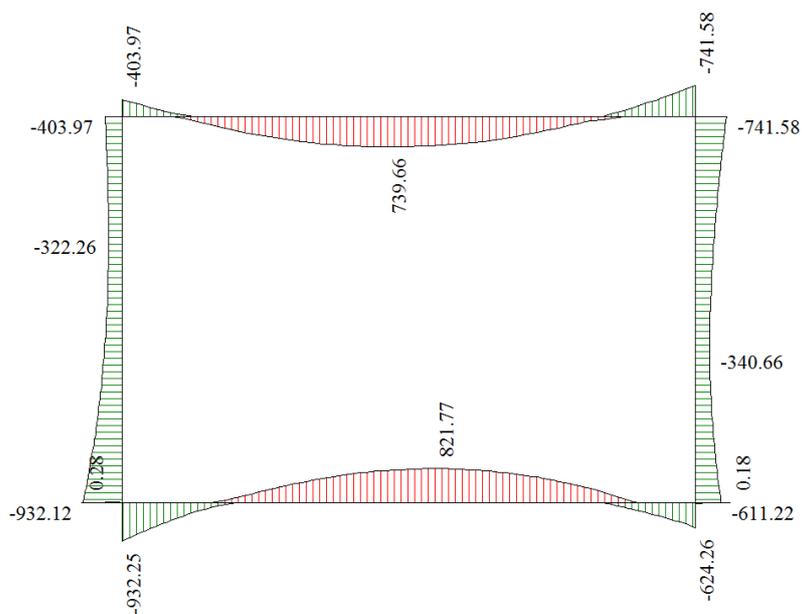
Inviluppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	32 di 99



Involuppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico



Involuppo diagrammi del momento flettente – SLE



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	33 di 99

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	Φ26/10 cm	Φ26/10 cm	Spilli φ 10/20x20 cm
PIEDRITTI	Φ26/10 cm	Φ26/10 cm	Spilli φ 10/20x20 cm
FONDAZIONE	Φ26/10 cm	Φ26/10 cm	Spilli φ 10/20x20 cm

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	475	100	110	1797.9	SI	Spilli φ 10/20x20 cm
Piedritti	590	100	110	1797.9	SI	Spilli φ 10/20x20 cm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	34 di 99

Fondazione	540	100	120	1970.7	SI	Spilli \varnothing 10/20x20 cm
------------	-----	-----	-----	--------	----	----------------------------------

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

Come si evince dai tabulati le verifiche risultano soddisfatte.

9.5 VERIFICHE GEOTECNICHE

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	35 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.

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	8.40	[m]
Larghezza esterna	11.76	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.20	[m]
Spessore piedritto sinistro	1.10	[m]
Spessore piedritto destro	1.10	[m]
Spessore fondazione	1.20	[m]
Spessore traverso	1.10	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	0.27	[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	
-------------	-----------------	--



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	37 di 99

Peso di volume	19.5000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.5000	[kN/mc]
Angolo di attrito	23.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	23.00	[°]
Coesione	5	[kPa]
Costante di Winkler	71	[kPa/cm]
Tensione limite	1000	[kPa]

Falda

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

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiali calcestruzzo

R_{ck} calcestruzzo	37000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	32836450	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

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

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	38 di 99

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

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

Forze distribuite

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

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n°6 (Spinta falda)

Condizione di carico n° 7 (Qcentrale)

Distr	Terreno	X _i = 2.88	X _f = 9.28	V _{ni} = 50.77	V _{nf} = 50.77	
Distr	Terreno	X _i = 9.28	X _f = 11.96	V _{ni} = 26.00	V _{nf} = 26.00	
Distr	Terreno	X _i = 0.20	X _f = 2.88	V _{ni} = 21.97	V _{nf} = 21.97	
Distr	Traverso	X _i = 0.20	X _f = 11.96	V _{ni} = 0.00	V _{nf} = 0.00	V _{ti} = 8.90 V _{tf} = 8.90
Distr	Terreno	X _i = -10.00	X _f = 0.20	V _{ni} = 18.50	V _{nf} = 18.50	
Distr	Terreno	X _i = 11.96	X _f = 21.96	V _{ni} = 18.50	V _{nf} = 18.50	

Condizione di carico n° 8 (Qlaterale)

Distr	Terreno	X _i = -10.00	X _f = -6.40	V _{ni} = 18.50	V _{nf} = 18.50
Distr	Terreno	X _i = -6.40	X _f = 0.00	V _{ni} = 36.20	V _{nf} = 36.20

Condizione di carico n° 9 (TERMICO)



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	39 di 99

Term Traverso $D_{ic} = -2.50$ $D_{ii} = 2.50$

Term Traverso $D_{ic} = -15.00$ $D_{ii} = -15.00$

Condizione di carico n° 10 (RITIRO)

Term Traverso $D_{ic} = -10.00$ $D_{ii} = -10.00$

Condizione di carico n° 11 (BALLAST)

Distr Terreno $X_i = -10.00$ $X_f = 19.20$ $V_{ni} = 14.40$ $V_{nf} = 14.40$

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

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

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

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

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

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

con:

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

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

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

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	40 di 99

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 $w_l=0.20$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 2

Copriferro sezioni 6.00 [cm]



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	41 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_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.45	1.15
Termici	Favorevole	$\gamma_{\epsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\epsilon sfav}$	1.20	1.20

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	42 di 99

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

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

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	43 di 99

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

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

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

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

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

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

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

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

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	44 di 99

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

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2)

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

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

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

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

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

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	45 di 99

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

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

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

Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

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

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	46 di 99

Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
BALLAST	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Qcentrale	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Frequente)

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

Combinazione n° 12 SLE (Frequente)

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

Combinazione n° 13 SLE (Rara)

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	47 di 99

Qcentrale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLE (Rara)

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

Combinazione n° 15 SLE (Rara)

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

Combinazione n° 16 SLE (Rara)

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	48 di 99

RITIRO

Sfavorevole

1.00

1.00

1.00



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 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
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	50 di 99

a Riposo [combinazione 16]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	37.568000
Longitudine	14.673000
Comune	Agira
Provincia	Enna
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	47638 - 47637 - 47859 - 47860

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 $a_g =$	1.67 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 20.40$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 10.20$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.00 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 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	0.646
5	0.384	0.000
6	0.384	0.646
7	0.384	0.646
8	0.384	0.646
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	126
Numero elementi trasverso	56
Numero elementi piedritto sinistro	74
Numero elementi piedritto destro	74
Numero molle fondazione	127
Numero molle piedritto sinistro	75
Numero molle piedritto destro	75

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	52 di 99

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.5876	-68.5952
6.08	1152.0574	-67.3993	311.2219
12.16	0.0000	-8.5145	68.1840

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-568.3102	601.0153	90.1059
6.08	1043.2722	-44.9784	158.8896
11.41	-1061.6130	-702.7908	227.6732

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1289.0916	379.8171	864.9716
4.23	-502.8286	76.6949	732.9935
7.85	-568.3102	-90.1059	601.0153

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-787.8883	-243.0379	966.7471
4.23	-498.1642	60.4784	834.7689
7.85	-1061.6130	227.6732	702.7908

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.4555	-51.4950
6.08	1011.3612	-48.7636	307.0453
12.16	0.0000	-7.6507	51.0894

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-558.1208	537.2589	92.2865
6.08	881.0815	-33.7338	143.8743

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	53 di 99

11.41 -928.0979 -613.5905 195.4620

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1193.8693	358.5404	801.2152
4.23	-467.4287	64.9662	669.2370
7.85	-558.1208	-92.2865	537.2589

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-817.9668	-255.9560	877.5468
4.23	-463.9304	37.9137	745.5686
7.85	-928.0979	195.4620	613.5905

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	4.5289	-68.8262
6.08	683.7494	-33.7746	330.6086
12.16	0.0000	-5.7644	68.3894

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-332.8611	328.5379	131.3191
6.08	496.1837	-17.4516	131.3191
11.41	-518.8954	-363.4411	131.3191

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-975.3589	399.4348	592.4942
4.23	-173.1098	65.8971	460.5160
7.85	-332.8611	-131.3191	328.5379

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-663.9866	-262.2192	627.3974

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	54 di 99

4.23	-234.7924	2.7107	495.4193
7.85	-518.8954	131.3191	363.4411

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	0.8552	-274.1061
6.08	471.6067	-162.4469	298.9024
12.16	0.0000	-6.4903	273.7112

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	44.4006	197.7149	118.5446
6.08	384.3144	-76.8825	157.3609
11.41	-777.0754	-353.1101	196.1772

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1226.7121	536.5112	373.2911
4.23	2.4919	158.4939	285.5030
7.85	44.4006	-118.5446	197.7149

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-45.5374	-61.6884	528.6864
4.23	-177.6123	117.7338	440.8982
7.85	-777.0754	196.1772	353.1101

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	4.6615	-51.6683
6.08	660.1301	-23.5451	321.5853
12.16	0.0000	-5.5881	51.2434

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)

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

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	55 di 99

0.75	-381.5340	332.9008	123.1964
6.08	470.7651	-13.0887	123.1964
11.41	-521.0597	-359.0782	123.1964

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-958.5697	373.2536	596.8571
4.23	-220.1395	56.8679	464.8789
7.85	-381.5340	-123.1964	332.9008

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-725.0405	-270.3419	623.0345
4.23	-266.4015	-5.4121	491.0563
7.85	-521.0597	123.1964	359.0782

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	0.6630	-278.5938
6.08	405.7800	-160.6044	303.8431
12.16	0.0000	-6.1555	278.1924

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	81.9223	158.9884	126.4153
6.08	307.8056	-74.2292	155.7442
11.41	-709.3604	-307.4467	185.0731

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1194.8373	545.9396	334.5646
4.23	52.8675	159.2728	246.7765
7.85	81.9223	-126.4153	158.9884

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	56 di 99

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-19.7410	-62.1481	483.0229
4.23	-140.5032	111.9519	395.2348
7.85	-709.3604	185.0731	307.4467

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	1.4711	-274.1090
6.08	565.4970	-161.6173	303.2722
12.16	0.0000	-7.1061	273.7083

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	17.5946	227.0438	114.1719
6.08	435.6699	-76.8825	152.9882
11.41	-803.8814	-382.4390	191.8045

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1285.2207	540.8840	442.5139
4.23	-40.1654	162.8666	334.7788
7.85	17.5946	-114.1719	227.0438

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-104.0460	-66.0612	597.9092
4.23	-220.2696	113.3610	490.1741
7.85	-803.8814	191.8045	382.4390

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	1.2789	-278.5967
6.08	499.6703	-159.7748	308.2130
12.16	0.0000	-6.7713	278.1895

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	57 di 99

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	55.1163	188.3173	122.0425
6.08	359.1612	-74.2292	151.3714
11.41	-736.1664	-336.7756	180.7003

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1253.3459	550.3124	403.7874
4.23	10.2102	163.6455	296.0523
7.85	55.1163	-122.0425	188.3173

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-78.2496	-66.5208	552.2457
4.23	-183.1605	107.5792	444.5106
7.85	-736.1664	180.7003	336.7756

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	3.7444	-0.1440
6.08	499.4956	5.1876	218.0108
12.16	0.0000	-3.7444	-0.1440

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-286.6253	247.8820	68.9602
6.08	373.9801	0.0000	68.9602
11.41	-286.6253	-247.8820	68.9602

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-583.4396	218.1548	443.4052
4.23	-174.8311	24.1079	345.6436

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	58 di 99

7.85 -286.6253 -68.9602 247.8820

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-583.4396	-218.1548	443.4052
4.23	-174.8311	-24.1079	345.6436
7.85	-286.6253	68.9602	247.8820

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	3.9974	-37.8823
6.08	751.4279	-35.9105	227.1632
12.16	0.0000	-5.6123	37.5821

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-373.5527	388.5859	64.2129
6.08	667.4778	-24.8156	102.1625
11.41	-645.7197	-444.7379	140.1121

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-857.5547	265.0455	584.1091
4.23	-317.1600	49.9269	486.3475
7.85	-373.5527	-64.2129	388.5859

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-581.0288	-189.5811	640.2611
4.23	-314.5865	25.7549	542.4995
7.85	-645.7197	140.1121	444.7379

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	3.4133	-38.0097

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	59 di 99

6.08	493.0510	-17.3590	237.8593
12.16	0.0000	-4.0949	37.6954

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-243.6497	238.2535	86.9512
6.08	365.6359	-9.6285	86.9512
11.41	-346.2893	-257.5104	86.9512

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-684.4608	275.8690	433.7767
4.23	-135.2461	43.9695	336.0151
7.85	-243.6497	-86.9512	238.2535

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-512.6692	-200.1639	453.0336
4.23	-169.2779	-6.1169	355.2720
7.85	-346.2893	86.9512	257.5104

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	3.7408	-0.1440
6.08	493.9665	5.1903	218.0047
12.16	0.0000	-3.7408	-0.1440

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-292.7086	247.8820	68.9664
6.08	367.8969	0.0000	68.9664
11.41	-292.7086	-247.8820	68.9664

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

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

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	60 di 99

0.60	-589.4784	218.1487	443.4052
4.23	-180.8921	24.1017	345.6436
7.85	-292.7086	-68.9664	247.8820

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-589.4784	-218.1487	443.4052
4.23	-180.8921	-24.1017	345.6436
7.85	-292.7086	68.9664	247.8820

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	4.0570	-47.3168
6.08	808.8819	-46.1823	229.4452
12.16	0.0000	-6.0756	47.0137

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-401.3677	423.7618	63.0322
6.08	734.7690	-31.0196	110.4692
11.41	-741.5766	-493.9518	157.9062

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-932.1223	276.7620	619.2850
4.23	-358.8032	56.3755	521.5234
7.85	-401.3677	-63.0322	423.7618

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-586.4649	-182.4315	689.4750
4.23	-355.5864	38.2267	591.7134
7.85	-741.5766	157.9062	493.9518

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	61 di 99

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	3.3269	-47.4761
6.08	485.9108	-22.9929	242.8153
12.16	0.0000	-4.1789	47.1553

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-238.9891	235.8464	91.4550
6.08	357.4666	-12.0356	91.4550
11.41	-367.2886	-259.9176	91.4550

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-715.7549	290.2915	431.3696
4.23	-131.4109	48.9288	333.6080
7.85	-238.9891	-91.4550	235.8464

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-501.0154	-195.6600	455.4408
4.23	-173.9506	-1.6131	357.6792
7.85	-367.2886	91.4550	259.9176

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	3.9792	-37.8822
6.08	723.7826	-35.8968	227.1326
12.16	0.0000	-5.5941	37.5821

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-403.9689	388.5859	64.2435
6.08	637.0616	-24.8156	102.1931
11.41	-676.1359	-444.7379	140.1427



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	62 di 99

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-887.7486	265.0148	584.1091
4.23	-347.4650	49.8962	486.3475
7.85	-403.9689	-64.2435	388.5859

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-611.2227	-189.5504	640.2611
4.23	-344.8915	25.7856	542.4995
7.85	-676.1359	140.1427	444.7379

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	3.3951	-38.0097
6.08	465.4057	-17.3453	237.8287
12.16	0.0000	-4.0768	37.6955

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-274.0659	238.2535	86.9818
6.08	335.2197	-9.6285	86.9818
11.41	-376.7055	-257.5104	86.9818

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-714.6547	275.8384	433.7767
4.23	-165.5512	43.9388	336.0151
7.85	-274.0659	-86.9818	238.2535

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-542.8631	-200.1332	453.0336
4.23	-199.5830	-6.0863	355.2720
7.85	-376.7055	86.9818	257.5104

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	168
6.08	191
12.16	255

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	164
6.08	179
12.16	230

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	136
6.08	143
12.16	173

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	26
6.08	103
12.16	195

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	140
6.08	143
12.16	168

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	20
6.08	96
12.16	185

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	64 di 99

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	44
6.08	120
12.16	213

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	38
6.08	113
12.16	203

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	112
6.08	104
12.16	112

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	120
6.08	131
12.16	168

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	102
6.08	105
12.16	123

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	112
6.08	104
12.16	112

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 13)

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

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	65 di 99

0.00	122
6.08	138
12.16	182

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	100
6.08	105
12.16	125

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	119
6.08	131
12.16	168

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	σ_t [kPa]
0.00	102
6.08	105
12.16	122

Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

N° *Indice sezione*

X *Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm*

M *Momento flettente, espresso in kNm*

V *Taglio, espresso in kN*

N *Sforzo normale, espresso in kN*

N_u *Sforzo normale ultimo, espressa in kN*

M_u *Momento ultimo, espressa in kNm*

A_{fi} *Area armatura inferiore, espressa in cmq*

A_{fs} *Area armatura superiore, espressa in cmq*

CS *Coeff. di sicurezza sezione*

V_{rd} *Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN*

V_{Rcd} *Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN*



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	66 di 99

V_{Rsd} Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN

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

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.00	0.00 (-5.73)	-68.60	-2893.91	-683.65	53.09	53.09	42.19
2	6.08	-1152.06 (-1171.47)	311.22	691.26	-2601.95	53.09	53.09	2.22
3	12.16	0.00 (8.74)	68.18	14745.28	-2889.54	53.09	53.09	216.26

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.75	-568.31 (-1061.61)	90.11	180.80	-2130.14	53.09	53.09	2.01
2	6.08	1043.27 (1050.56)	158.89	332.75	2200.08	53.09	53.09	2.09
3	11.41	-1061.61 (-1061.61)	227.67	487.06	-2271.12	53.09	53.09	2.14

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.60	-1289.09 (-1289.09)	864.97	1987.30	-2961.73	53.09	53.09	2.30
2	4.23	-502.83 (-574.62)	732.99	4907.47	-3847.11	53.09	53.09	6.70
3	7.85	-568.31 (-652.65)	601.02	3121.86	-3390.07	53.09	53.09	5.19

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

Base sezione B = 100 cm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	67 di 99

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-787.89 (-1015.37)	966.75	3282.32	-3447.41	53.09	53.09	3.40
2	4.23	-498.16 (-554.77)	834.77	6047.75	-4019.23	53.09	53.09	7.24
3	7.85	-1061.61 (-1061.61)	702.79	1949.00	-2944.10	53.09	53.09	2.77

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.00	0.00 (-5.60)	-51.50	-2677.27	-801.09	53.09	53.09	51.99
2	6.08	-1011.36 (-1023.23)	307.05	796.80	-2655.33	53.09	53.09	2.60
3	12.16	0.00 (7.85)	51.09	13206.91	-3431.91	53.09	53.09	258.51

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.75	-558.12 (-928.10)	92.29	213.30	-2145.10	53.09	53.09	2.31
2	6.08	881.08 (885.49)	143.87	359.47	2212.38	53.09	53.09	2.50
3	11.41	-928.10 (-928.10)	195.46	477.37	-2266.66	53.09	53.09	2.44

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-1193.87 (-1193.87)	801.22	1987.79	-2961.96	53.09	53.09	2.48
2	4.23	-467.43 (-528.24)	669.24	4863.54	-3838.85	53.09	53.09	7.27

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	68 di 99

3	7.85	-558.12 (-644.50)	537.26	2700.43	-3239.47	53.09	53.09	5.03
---	------	-------------------	--------	---------	----------	-------	-------	------

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-817.97 (-928.10)	877.55	3248.06	-3435.17	53.09	53.09	3.70
2	4.23	-463.93 (-499.42)	745.57	5991.12	-4013.14	53.09	53.09	8.04
3	7.85	-928.10 (-928.10)	613.59	1945.30	-2942.39	53.09	53.09	3.17

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.00	0.00 (-4.65)	-68.83	-2850.44	-707.21	53.09	53.09	41.42
2	6.08	-683.75 (-691.80)	330.61	1419.48	-2970.25	53.09	53.09	4.29
3	12.16	0.00 (-5.91)	68.39	15191.14	-2720.72	53.09	53.09	222.13

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.75	-332.86 (-518.90)	131.32	586.33	-2316.81	53.09	53.09	4.46
2	6.08	496.18 (498.37)	131.32	613.80	2329.46	53.09	53.09	4.67
3	11.41	-518.90 (-518.90)	131.32	586.33	-2316.81	53.09	53.09	4.46

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	69 di 99

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-975.36 (-975.36)	592.49	1726.10	-2841.49	53.09	53.09	2.91
2	4.23	-173.11 (-234.79)	460.52	7953.81	-4055.17	53.09	53.09	17.27
3	7.85	-332.86 (-455.78)	328.54	2208.22	-3063.43	53.09	53.09	6.72

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-663.99 (-663.99)	627.40	3244.75	-3433.98	53.09	53.09	5.17
2	4.23	-234.79 (-237.33)	495.42	8302.45	-3977.27	53.09	53.09	16.76
3	7.85	-518.90 (-641.81)	363.44	1567.80	-2768.62	53.09	53.09	4.31

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.00	0.00 (0.88)	-274.11	-3820.36	-181.45	53.09	53.09	13.96
2	6.08	-471.61 (-637.06)	298.90	1385.57	-2953.10	53.09	53.09	4.64
3	12.16	0.00 (6.66)	273.71	17460.85	-440.27	53.09	53.09	63.89

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.75	44.40 (229.46)	118.54	1387.43	2685.59	53.09	53.09	11.70
2	6.08	384.31 (439.72)	157.36	876.99	2450.62	53.09	53.09	5.57
3	11.41	-777.08 (-777.08)	196.18	584.70	-2316.07	53.09	53.09	2.98



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	70 di 99

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-1226.71 (-1226.71)	373.29	724.35	-2380.35	53.09	53.09	1.94
2	4.23	2.49 (149.25)	285.50	7816.21	4085.92	53.09	53.09	27.38
3	7.85	44.40 (149.25)	197.71	5159.11	3894.39	53.09	53.09	26.09

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-45.54 (-103.28)	528.69	13374.35	-2612.65	53.09	53.09	25.30
2	4.23	-177.61 (-287.81)	440.90	6178.59	-4033.28	53.09	53.09	14.01
3	7.85	-777.08 (-777.08)	353.11	1176.16	-2588.34	53.09	53.09	3.33

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.00	0.00 (-4.78)	-51.67	-2640.71	-820.90	53.09	53.09	51.11
2	6.08	-660.13 (-664.66)	321.59	1442.81	-2982.05	53.09	53.09	4.49
3	12.16	0.00 (5.73)	51.24	13596.09	-3300.92	53.09	53.09	265.32

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

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

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	71 di 99

1	0.75	-381.53 (-521.06)	123.20	543.07	-2296.90	53.09	53.09	4.41
2	6.08	470.77 (472.08)	123.20	607.10	2326.38	53.09	53.09	4.93
3	11.41	-521.06 (-521.06)	123.20	543.07	-2296.90	53.09	53.09	4.41

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-958.57 (-958.57)	596.86	1786.61	-2869.35	53.09	53.09	2.99
2	4.23	-220.14 (-273.37)	464.88	6952.42	-4088.31	53.09	53.09	14.96
3	7.85	-381.53 (-496.85)	332.90	1983.17	-2959.83	53.09	53.09	5.96

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-725.04 (-725.04)	623.03	2820.61	-3282.41	53.09	53.09	4.53
2	4.23	-266.40 (-271.47)	491.06	7412.46	-4097.78	53.09	53.09	15.09
3	7.85	-521.06 (-636.37)	359.08	1560.26	-2765.15	53.09	53.09	4.35

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.00	0.00 (0.68)	-278.59	-3821.35	-180.91	53.09	53.09	13.74
2	6.08	-405.78 (-570.56)	303.84	1641.58	-3082.58	53.09	53.09	5.40
3	12.16	0.00 (-6.32)	278.19	17471.50	-420.72	53.09	53.09	62.89

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	72 di 99

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.75	81.92 (230.74)	126.42	1499.69	2737.27	53.09	53.09	11.86
2	6.08	307.81 (370.56)	155.74	1066.67	2537.93	53.09	53.09	6.85
3	11.41	-709.36 (-709.36)	185.07	606.94	-2326.30	53.09	53.09	3.28

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-1194.84 (-1194.84)	334.56	657.96	-2349.79	53.09	53.09	1.97
2	4.23	52.87 (196.94)	246.78	4793.96	3825.78	53.09	53.09	19.43
3	7.85	81.92 (196.94)	158.99	2580.68	3196.67	53.09	53.09	16.23

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-19.74 (-77.91)	483.02	14260.54	-2300.23	53.09	53.09	29.52
2	4.23	-140.50 (-245.29)	395.23	6565.84	-4074.89	53.09	53.09	16.61
3	7.85	-709.36 (-709.36)	307.45	1108.28	-2557.09	53.09	53.09	3.60

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 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
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	73 di 99

1	0.00	0.00 (1.51)	-274.11	-3826.27	-178.25	53.09	53.09	13.98
2	6.08	-565.50 (-713.76)	303.27	1218.95	-2868.83	53.09	53.09	4.02
3	12.16	0.00 (7.29)	273.71	17468.00	427.15	53.09	53.09	63.91

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.75	17.59 (230.11)	114.17	1316.24	2652.82	53.09	53.09	11.53
2	6.08	435.67 (485.72)	152.99	754.04	2394.02	53.09	53.09	4.93
3	11.41	-803.88 (-803.88)	191.80	548.65	-2299.47	53.09	53.09	2.86

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-1285.22 (-1285.22)	442.51	837.51	-2432.44	53.09	53.09	1.89
2	4.23	-40.17 (-192.61)	334.78	7111.71	-4091.59	53.09	53.09	21.24
3	7.85	17.59 (115.15)	227.04	7982.96	4048.66	53.09	53.09	35.16

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-104.05 (-165.88)	597.91	11491.18	-3188.02	53.09	53.09	19.22
2	4.23	-220.27 (-326.38)	490.17	6034.17	-4017.77	53.09	53.09	12.31
3	7.85	-803.88 (-803.88)	382.44	1246.86	-2620.88	53.09	53.09	3.26

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	74 di 99

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.00	0.00 (-1.31)	-278.60	-3827.17	-177.76	53.09	53.09	13.76
2	6.08	-499.67 (-654.51)	308.21	1392.21	-2956.46	53.09	53.09	4.52
3	12.16	0.00 (6.95)	278.19	17478.85	407.24	53.09	53.09	62.92

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.75	55.12 (231.38)	122.04	1425.85	2703.27	53.09	53.09	11.68
2	6.08	359.16 (414.90)	151.37	897.52	2460.07	53.09	53.09	5.93
3	11.41	-736.17 (-736.17)	180.70	566.44	-2307.66	53.09	53.09	3.13

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-1253.35 (-1253.35)	403.79	774.28	-2403.33	53.09	53.09	1.92
2	4.23	10.21 (162.47)	296.05	7469.12	4098.94	53.09	53.09	25.23
3	7.85	55.12 (162.47)	188.32	4322.85	3729.50	53.09	53.09	22.96

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.60	-78.25 (-140.51)	552.25	11983.48	-3049.07	53.09	53.09	21.70

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	75 di 99

2	4.23	-183.16 (-283.85)	444.51	6343.84	-4051.04	53.09	53.09	14.27
3	7.85	-736.17 (-736.17)	336.78	1186.21	-2592.96	53.09	53.09	3.52

Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in cm ²
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in cm ²
σ_{fi}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espressa in kPa
σ_{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espressa in kPa
α	Tensione nel calcestruzzo, espressa in kPa
τ_c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espressa in kPa
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm ²

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.00	0.00	-0.14	53.09	53.09	45	6	1
2	6.08	-499.50	218.01	53.09	53.09	71600	29588	2347
3	12.16	0.00	-0.14	53.09	53.09	45	6	1

Verifiche taglio

N°	X	A_{sw}	V	τ_c
1	0.00	0.00	3.74	-9
2	6.08	0.00	5.19	5



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	76 di 99

3 12.16 0.00 -3.74 9

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.75	-286.63	68.96	53.09	53.09	50758	18350	1505
2	6.08	373.98	68.96	53.09	53.09	23609	67970	1948
3	11.41	-286.63	68.96	53.09	53.09	50758	18350	1505

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.75	0.00	247.88	280
2	6.08	0.00	0.00	0
3	11.41	0.00	-247.88	-280

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-583.44	443.41	53.09	53.09	79304	41415	3254
2	4.23	-174.83	345.64	53.09	53.09	10345	14118	1041
3	7.85	-286.63	247.88	53.09	53.09	36716	20675	1613

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	218.15	247
2	4.23	0.00	24.11	27
3	7.85	0.00	-68.96	-78



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	77 di 99

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-583.44	443.41	53.09	53.09	79304	41415	3254
2	4.23	-174.83	345.64	53.09	53.09	10345	14118	1041
3	7.85	-286.63	247.88	53.09	53.09	36716	20675	1613

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	-218.15	-247
2	4.23	0.00	-24.11	-27
3	7.85	0.00	68.96	78

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.00	0.00	-37.88	53.09	53.09	3607	3528	0
2	6.08	-751.43	227.16	53.09	53.09	115829	43194	3469
3	12.16	0.00	37.58	53.09	53.09	409	420	28

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.00	0.00	4.00	-11
2	6.08	0.00	-35.91	-37
3	12.16	0.00	-5.61	10

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

Base sezione B = 100 cm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	78 di 99

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.75	-373.55	64.21	53.09	53.09	68280	23507	1942
2	6.08	667.48	102.16	53.09	53.09	41798	123055	3459
3	11.41	-645.72	140.11	53.09	53.09	115610	41100	3380

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.75	0.00	388.59	440
2	6.08	0.00	-24.82	-28
3	11.41	0.00	-444.74	-503

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-857.55	584.11	53.09	53.09	121712	60085	4748
2	4.23	-317.16	486.35	53.09	53.09	26383	24702	1855
3	7.85	-373.55	388.59	53.09	53.09	43119	27602	2129

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	265.05	300
2	4.23	0.00	49.93	56
3	7.85	0.00	-64.21	-73

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	79 di 99

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-581.03	640.26	53.09	53.09	64559	43263	3324
2	4.23	-314.59	542.50	53.09	53.09	22721	24905	1855
3	7.85	-645.72	444.74	53.09	53.09	91269	45301	3577

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	-189.58	-214
2	4.23	0.00	25.75	29
3	7.85	0.00	140.11	158

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.00	0.00	-38.01	53.09	53.09	3625	3534	0
2	6.08	-493.05	237.86	53.09	53.09	68881	29484	2330
3	12.16	0.00	37.70	53.09	53.09	409	423	28

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.00	0.00	3.41	-12
2	6.08	0.00	-17.36	-18
3	12.16	0.00	-4.09	9

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.75	-243.65	86.95	53.09	53.09	40828	16026	1300



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	80 di 99

2	6.08	365.64	86.95	53.09	53.09	23392	64834	1920
3	11.41	-346.29	86.95	53.09	53.09	61024	22226	1822

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.75	0.00	238.25	270
2	6.08	0.00	-9.63	-11
3	11.41	0.00	-257.51	-291

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-684.46	433.78	53.09	53.09	99646	47564	3772
2	4.23	-135.25	336.02	53.09	53.09	5125	11353	824
3	7.85	-243.65	238.25	53.09	53.09	29206	17857	1383

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	275.87	312
2	4.23	0.00	43.97	50
3	7.85	0.00	-86.95	-98

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-512.67	453.03	53.09	53.09	64960	37083	2889
2	4.23	-169.28	355.27	53.09	53.09	9052	13796	1013
3	7.85	-346.29	257.51	53.09	53.09	47498	24516	1928



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	81 di 99

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	-200.16	-226
2	4.23	0.00	-6.12	-7
3	7.85	0.00	86.95	98

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.00	0.00	-0.14	53.09	53.09	45	6	1
2	6.08	-493.97	218.00	53.09	53.09	70616	29291	2323
3	12.16	0.00	-0.14	53.09	53.09	45	6	1

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.00	0.00	3.74	-9
2	6.08	0.00	5.19	5
3	12.16	0.00	-3.74	9

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.75	-292.71	68.97	53.09	53.09	51956	18717	1536
2	6.08	367.90	68.97	53.09	53.09	23244	66770	1917
3	11.41	-292.71	68.97	53.09	53.09	51956	18717	1536

Verifiche taglio



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	82 di 99

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.75	0.00	247.88	280
2	6.08	0.00	0.00	0
3	11.41	0.00	-247.88	-280

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-589.48	443.41	53.09	53.09	80471	41791	3285
2	4.23	-180.89	345.64	53.09	53.09	11294	14533	1074
3	7.85	-292.71	247.88	53.09	53.09	37884	21058	1644

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	218.15	247
2	4.23	0.00	24.10	27
3	7.85	0.00	-68.97	-78

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-589.48	443.41	53.09	53.09	80471	41791	3285
2	4.23	-180.89	345.64	53.09	53.09	11294	14533	1074
3	7.85	-292.71	247.88	53.09	53.09	37884	21058	1644

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	-218.15	-247



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	83 di 99

2	4.23	0.00	-24.10	-27
3	7.85	0.00	68.97	78

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.00	0.00	-47.32	53.09	53.09	4498	4414	0
2	6.08	-808.88	229.45	53.09	53.09	125916	46288	3724
3	12.16	0.00	47.01	53.09	53.09	514	524	35

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.00	0.00	4.06	-12
2	6.08	0.00	-46.18	-48
3	12.16	0.00	-6.08	10

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.75	-401.37	63.03	53.09	53.09	73862	25160	2082
2	6.08	734.77	110.47	53.09	53.09	45980	135627	3807
3	11.41	-741.58	157.91	53.09	53.09	133022	47154	3879

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.75	0.00	423.76	479
2	6.08	0.00	-31.02	-35
3	11.41	0.00	-493.95	-559



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	84 di 99

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-932.12	619.29	53.09	53.09	133495	65122	5152
2	4.23	-358.80	521.52	53.09	53.09	31588	27741	2092
3	7.85	-401.37	423.76	53.09	53.09	45890	29715	2290

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	276.76	313
2	4.23	0.00	56.38	64
3	7.85	0.00	-63.03	-71

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-586.46	689.48	53.09	53.09	62197	44051	3370
2	4.23	-355.59	591.71	53.09	53.09	26879	28011	2091
3	7.85	-741.58	493.95	53.09	53.09	106109	51825	4100

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	-182.43	-206
2	4.23	0.00	38.23	43
3	7.85	0.00	157.91	179

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	85 di 99

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.00	0.00	-47.48	53.09	53.09	4520	4422	0
2	6.08	-485.91	242.82	53.09	53.09	67221	29158	2301
3	12.16	0.00	47.16	53.09	53.09	514	527	35

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.00	0.00	3.33	-12
2	6.08	0.00	-22.99	-24
3	12.16	0.00	-4.18	9

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.75	-238.99	91.46	53.09	53.09	39547	15808	1280
2	6.08	357.47	91.46	53.09	53.09	22970	62854	1882
3	11.41	-367.29	91.46	53.09	53.09	64788	23562	1931

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.75	0.00	235.85	267
2	6.08	0.00	-12.04	-14
3	11.41	0.00	-259.92	-294

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	86 di 99

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-715.75	431.37	53.09	53.09	105930	49462	3932
2	4.23	-131.41	333.61	53.09	53.09	4729	11079	803
3	7.85	-238.99	235.85	53.09	53.09	28494	17536	1357

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	290.29	328
2	4.23	0.00	48.93	55
3	7.85	0.00	-91.46	-103

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-501.02	455.44	53.09	53.09	62553	36372	2829
2	4.23	-173.95	357.68	53.09	53.09	9641	14131	1039
3	7.85	-367.29	259.92	53.09	53.09	51383	25850	2039

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	-195.66	-221
2	4.23	0.00	-1.61	-2
3	7.85	0.00	91.46	103

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	87 di 99

1	0.00	0.00	-37.88	53.09	53.09	3607	3528	0
2	6.08	-723.78	227.13	53.09	53.09	110891	41718	3346
3	12.16	0.00	37.58	53.09	53.09	409	420	28

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.00	0.00	3.98	-11
2	6.08	0.00	-35.90	-37
3	12.16	0.00	-5.59	10

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.75	-403.97	64.24	53.09	53.09	74274	25337	2096
2	6.08	637.06	102.19	53.09	53.09	39970	117057	3306
3	11.41	-676.14	140.14	53.09	53.09	121601	42932	3534

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.75	0.00	388.59	440
2	6.08	0.00	-24.82	-28
3	11.41	0.00	-444.74	-503

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-887.75	584.11	53.09	53.09	127579	61953	4904
2	4.23	-347.47	486.35	53.09	53.09	31755	26726	2020



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	88 di 99

3	7.85	-403.97	388.59	53.09	53.09	48887	29543	2290
---	------	---------	--------	-------	-------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	265.01	300
2	4.23	0.00	49.90	56
3	7.85	0.00	-64.24	-73

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-611.22	640.26	53.09	53.09	70240	45205	3485
2	4.23	-344.89	542.50	53.09	53.09	27882	26957	2021
3	7.85	-676.14	444.74	53.09	53.09	97179	47183	3735

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	-189.55	-214
2	4.23	0.00	25.79	29
3	7.85	0.00	140.14	159

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.00	0.00	-38.01	53.09	53.09	3625	3534	0
2	6.08	-465.41	237.83	53.09	53.09	63972	27990	2207
3	12.16	0.00	37.70	53.09	53.09	409	423	28



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	89 di 99

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.00	0.00	3.40	-12
2	6.08	0.00	-17.35	-18
3	12.16	0.00	-4.08	9

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.75	-274.07	86.98	53.09	53.09	46806	17867	1455
2	6.08	335.22	86.98	53.09	53.09	21559	58842	1765
3	11.41	-376.71	86.98	53.09	53.09	67012	24060	1976

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.75	0.00	238.25	270
2	6.08	0.00	-9.63	-11
3	11.41	0.00	-257.51	-291

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-714.65	433.78	53.09	53.09	105528	49424	3927
2	4.23	-165.55	336.02	53.09	53.09	9380	13422	988
3	7.85	-274.07	238.25	53.09	53.09	35016	19782	1542

Verifiche taglio

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	90 di 99

1	0.60	0.00	275.84	312
2	4.23	0.00	43.94	50
3	7.85	0.00	-86.98	-98

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.60	-542.86	453.03	53.09	53.09	70757	38983	3047
2	4.23	-199.58	355.27	53.09	53.09	13813	15872	1179
3	7.85	-376.71	257.51	53.09	53.09	53394	26405	2086

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.60	0.00	-200.13	-226
2	4.23	0.00	-6.09	-7
3	7.85	0.00	86.98	98

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 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	0.06	53.09	53.09	750.12	-750.12	-0.24	0.00	0.20	0.00	0.000
2	6.08	53.09	53.09	750.12	-750.12	-808.88	0.08	0.20	170.22	0.027
3	12.10	53.09	53.09	750.12	-750.12	-0.11	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	0.75	53.09	53.09	638.69	-638.69	-401.37	0.00	0.20	0.00	0.000
2	6.08	53.09	53.09	638.69	-638.69	734.77	0.11	0.20	170.22	0.038
3	11.41	53.09	53.09	638.69	-638.69	-741.58	0.11	0.20	170.22	0.036

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	0.60	53.09	53.09	638.69	-638.69	-932.12	0.11	0.20	170.22	0.036
2	4.23	53.09	53.09	638.69	-638.69	-358.80	0.00	0.20	0.00	0.000
3	7.85	53.09	53.09	638.69	-638.69	-401.37	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	0.60	53.09	53.09	638.69	-638.69	-586.46	0.00	0.20	0.00	0.000

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	92 di 99

2	4.23	53.09	53.09	638.69	-638.69	-355.59	0.00	0.20	0.00	0.000
3	7.85	53.09	53.09	638.69	-638.69	-741.58	0.06	0.20	170.22	0.020

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	0.06	53.09	53.09	750.12	-750.12	-0.28	0.00	0.20	0.00	0.000
2	6.08	53.09	53.09	750.12	-750.12	-485.91	0.00	0.20	0.00	0.000
3	12.10	53.09	53.09	750.12	-750.12	-0.15	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	0.75	53.09	53.09	638.69	-638.69	-238.99	0.00	0.20	0.00	0.000
2	6.08	53.09	53.09	638.69	-638.69	357.47	0.00	0.20	0.00	0.000
3	11.41	53.09	53.09	638.69	-638.69	-367.29	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	0.60	53.09	53.09	638.69	-638.69	-715.75	0.06	0.20	170.22	0.020
2	4.23	53.09	53.09	638.69	-638.69	-131.41	0.00	0.20	0.00	0.000
3	7.85	53.09	53.09	638.69	-638.69	-238.99	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	0.60	53.09	53.09	638.69	-638.69	-501.02	0.00	0.20	0.00	0.000
2	4.23	53.09	53.09	638.69	-638.69	-173.95	0.00	0.20	0.00	0.000
3	7.85	53.09	53.09	638.69	-638.69	-367.29	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	0.06	53.09	53.09	750.12	-750.12	-0.23	0.00	0.20	0.00	0.000
2	6.08	53.09	53.09	750.12	-750.12	-723.78	0.00	0.20	0.00	0.000
3	12.10	53.09	53.09	750.12	-750.12	-0.13	0.00	0.20	0.00	0.000

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 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	0.75	53.09	53.09	638.69	-638.69	-403.97	0.00	0.20	0.00	0.000
2	6.08	53.09	53.09	638.69	-638.69	637.06	0.00	0.20	0.00	0.000
3	11.41	53.09	53.09	638.69	-638.69	-676.14	0.08	0.20	170.22	0.028

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	0.60	53.09	53.09	638.69	-638.69	-887.75	0.09	0.20	170.22	0.032
2	4.23	53.09	53.09	638.69	-638.69	-347.47	0.00	0.20	0.00	0.000
3	7.85	53.09	53.09	638.69	-638.69	-403.97	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	0.60	53.09	53.09	638.69	-638.69	-611.22	0.00	0.20	0.00	0.000
2	4.23	53.09	53.09	638.69	-638.69	-344.89	0.00	0.20	0.00	0.000
3	7.85	53.09	53.09	638.69	-638.69	-676.14	0.05	0.20	170.22	0.019

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	0.06	53.09	53.09	750.12	-750.12	-0.26	0.00	0.20	0.00	0.000
2	6.08	53.09	53.09	750.12	-750.12	-465.41	0.00	0.20	0.00	0.000
3	12.10	53.09	53.09	750.12	-750.12	-0.16	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	0.75	53.09	53.09	638.69	-638.69	-274.07	0.00	0.20	0.00	0.000
2	6.08	53.09	53.09	638.69	-638.69	335.22	0.00	0.20	0.00	0.000
3	11.41	53.09	53.09	638.69	-638.69	-376.71	0.00	0.20	0.00	0.000

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	94 di 99

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.60	53.09	53.09	638.69	-638.69	-714.65	0.06	0.20	170.22	0.020
2	4.23	53.09	53.09	638.69	-638.69	-165.55	0.00	0.20	0.00	0.000
3	7.85	53.09	53.09	638.69	-638.69	-274.07	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	0.60	53.09	53.09	638.69	-638.69	-542.86	0.00	0.20	0.00	0.000
2	4.23	53.09	53.09	638.69	-638.69	-199.58	0.00	0.20	0.00	0.000
3	7.85	53.09	53.09	638.69	-638.69	-376.71	0.00	0.20	0.00	0.000

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.00	0.00	0.00	0.66	5.59	-278.60	-0.14
6.08	405.78	1152.06	-162.45	5.19	218.00	330.61
12.16	0.00	0.00	-8.51	-3.74	-0.14	278.19

Inviluppo sollecitazioni trasverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.75	-568.31	81.92	158.99	601.02	63.03	131.32
6.08	307.81	1043.27	-76.88	0.00	68.96	158.89
11.41	-1061.61	-286.63	-702.79	-247.88	68.96	227.67

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.60	-1289.09	-583.44	218.15	550.31	334.56	864.97
4.23	-502.83	52.87	24.10	163.65	246.78	732.99
7.85	-568.31	81.92	-131.32	-63.03	158.99	601.02

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.60	-817.97	-19.74	-270.34	-61.69	443.41	966.75
4.23	-498.16	-140.50	-24.11	117.73	345.64	834.77
7.85	-1061.61	-286.63	68.96	227.67	247.88	702.79

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{\min} [kPa]	σ_{\max} [kPa]
0.00	20	168
6.08	96	191
12.16	112	255



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO
SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	96 di 99

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.00	53.09	53.09	13.74
6.08	53.09	53.09	2.22
12.16	53.09	53.09	62.89

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.75	53.09	53.09	2.01
6.08	53.09	53.09	2.09
11.41	53.09	53.09	2.14

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.60	53.09	53.09	1.89
4.23	53.09	53.09	6.70
7.85	53.09	53.09	5.03

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
---	-----------------	-----------------	----



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	97 di 99

0.60	53.09	53.09	3.40
4.23	53.09	53.09	7.24
7.85	53.09	53.09	2.77

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.00	53.09	53.09	1	4422	4520
6.08	53.09	53.09	3724	46288	125916
12.16	53.09	53.09	35	527	514

X	τ _c	A _{sw}
0.00	-12	0.00
6.08	-48	0.00
12.16	10	0.00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.75	53.09	53.09	2096	25337	74274
6.08	53.09	53.09	3807	135627	45980
11.41	53.09	53.09	3879	47154	133022

X	τ _c	A _{sw}
0.75	479	0.00
6.08	-35	0.00
11.41	-559	0.00



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	98 di 99

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.60	53.09	53.09	5152	65122	133495
4.23	53.09	53.09	2092	27741	31755
7.85	53.09	53.09	2290	29715	48887

Y	τ _c	A _{sw}
0.60	328	0.00
4.23	64	0.00
7.85	-103	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 110.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.60	53.09	53.09	3485	45205	80471
4.23	53.09	53.09	2091	28011	27882
7.85	53.09	53.09	4100	51825	106109

Y	τ _c	A _{sw}
0.60	-247	0.00
4.23	43	0.00
7.85	179	0.00



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO
 SOTTOVIA

SL03 - Sottovia alla pk 20+860 viabilità NV18.
 Relazione di calcolo e caratterizzazione sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	SL0300 001	A	99 di 99

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

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

IC	N _c	N _q	N _γ	N' _c	N' _q	N' _γ	q _u	Q _u	Q _v	FS
1	18.05	8.66	4.82	20.39	8.92	3.95	1966	23907.94	2426.17	9.85
2	18.05	8.66	4.82	20.69	9.05	4.21	2048	24899.36	2267.63	10.98
3	18.05	8.66	4.82	19.87	8.69	3.51	1941	23606.29	1801.87	13.10
4	18.05	8.66	4.82	12.16	5.32	0.00	732	8896.45	1291.73	6.89
5	18.05	8.66	4.82	20.37	8.91	3.93	2049	24918.95	1799.41	13.85
6	18.05	8.66	4.82	11.52	5.04	0.03	685	8330.64	1205.62	6.91
7	18.05	8.66	4.82	13.26	5.80	0.09	844	10269.02	1503.17	6.83
8	18.05	8.66	4.82	12.73	5.57	0.02	797	9693.26	1417.06	6.84