

S.S. n.130 "Iglesiente"

Eliminazione degli incroci a raso da Cagliari a Decimomannu
da km 3+000 a 15+600

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA316
CA351

PROGETTAZIONE: ATI VIA - LOTTI - SERING - VDP - BRENG

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Francesco Nicchiarelli (Ord. Ing. Prov. Roma 14711)

RESPONSABILI D'AREA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Francesco Corrias

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



MANDANTI:



OPERE D'ARTE MINORI

SOTTOVIA

Relazione tecnica e di calcolo



CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG. ANNO

CA316351 D 19

NOME FILE

CA316351_P00ST00STRRE01_A

CODICE ELAB.

P00ST00STRRE01

REVISIONE

A

SCALA:

-

D

-

-

-

-

C

-

-

-

-

B

-

-

-

-

A

EMISSIONE

MAR.2020

A.MORELLINI

G.PIAZZA

F. NICCHIARELLI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

INDICE

1	GENERALITA'	3
1.1	OGGETTO.....	3
1.2	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'OPERA.....	3
1.2.1	<i>Vita Nominale V_n</i>	3
1.2.2	<i>Classi d'Uso</i>	4
1.2.3	<i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i>	4
1.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	5
2	NORMATIVE E RIFERIMENTI	7
3	NORME TECNICHE	7
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO	8
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i>	8
4.1.2	<i>Copriferri nominali</i>	9
4.1.3	<i>Resistenze di progetto</i>	11
4.1.4	<i>Verifiche a fessurazione</i>	12
4.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE	14
4.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	14
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i>	15
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	16
5.1	STRATIGRAFIA DI CALCOLO.....	16
6	ANALISI E VERIFICHE	17
6.1	AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO.....	17
6.1.1	<i>Modello di calcolo</i>	17
6.1.2	<i>Analisi dei carichi</i>	17
6.1.3	<i>Combinazioni delle azioni</i>	23
6.2	SOLLECITAZIONI DI PROGETTO	25
6.3	VERIFICHE	26
6.3.1	<i>Verifiche Geotecniche</i>	26

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

6.3.2	<i>Verifiche strutturali</i>	26
7	ALLEGATI DI CALCOLO	46
7.1	ST01, ST02.....	46
7.2	ST03	70

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche strutturali e geotecniche effettuate per la progettazione dei sottovia ST01 alla pk 6+360.14, ST02 alla pk 7+390.00 e ST03 alla pk 11+068.40 previsti nell'ambito dei lavori "CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu."

I calcoli e le verifiche strutturali di resistenza relative alle sezioni più sollecitate sono stati elaborati utilizzando lo schema statico bidimensionale nel rispetto del metodo semiprobabilistico agli stati limite. E' stata eseguita, inoltre, la verifica allo stato limite di apertura delle fessure. Per gli scatolari agli stati limite di tipo geotecnico viene considerato il collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno.

Le analisi e le verifiche statiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Definitiva di cui trattasi e mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico.

Le analisi e le verifiche degli aspetti di dettaglio, saranno sviluppate nella successiva fase di Progettazione Esecutiva.

1.2 Vita Nominale di progetto, Classe d'uso e Periodo di Riferimento dell'opera

1.2.1 Vita Nominale V_N

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. (§ 2.4.1 NTC2018). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 1.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto: $V_N = 100$ anni (costruzioni con livelli di prestazione elevati).

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

1.2.2 Classi d'Uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (§2.4.2 NTC2018):

- 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 DM 5/11/2001, 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.

Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, vi si attribuisce:

- Classe d'Uso: **IV**;
- Coefficiente d'Uso: $C_U = 2.0$.

1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento, impiegato nella valutazione delle azioni sismiche risulta pari a:

- Periodo di Riferimento: $V_R = V_N \times C_U = 100 \times 2.0 = 200$ anni.

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	<i>Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA</i>	

1.3 Descrizione delle opere

Le opere presentano le seguenti dimensioni:

		ST01 pk = 6+360.14 km	ST02 pk = 7+390.0 km	ST03 pk = 11+068.40 km
<i>Larghezza interna netta</i>	m	5.0	5.0	10.0
<i>Altezza interna netta</i>	m	3.6	3.6	6.5
<i>Spessore soletta di copertura</i>	m	0.5	0.5	0.9
<i>Spessore piedritti</i>	m	0.5	0.5	0.9
<i>Spessore soletta di fondazione</i>	m	0.6	0.6	1.0
<i>Altezza di ricoprimento max</i>	m	1.1	1.2	3.0

Di seguito si riportano le sezioni trasversali dei sottopassi:

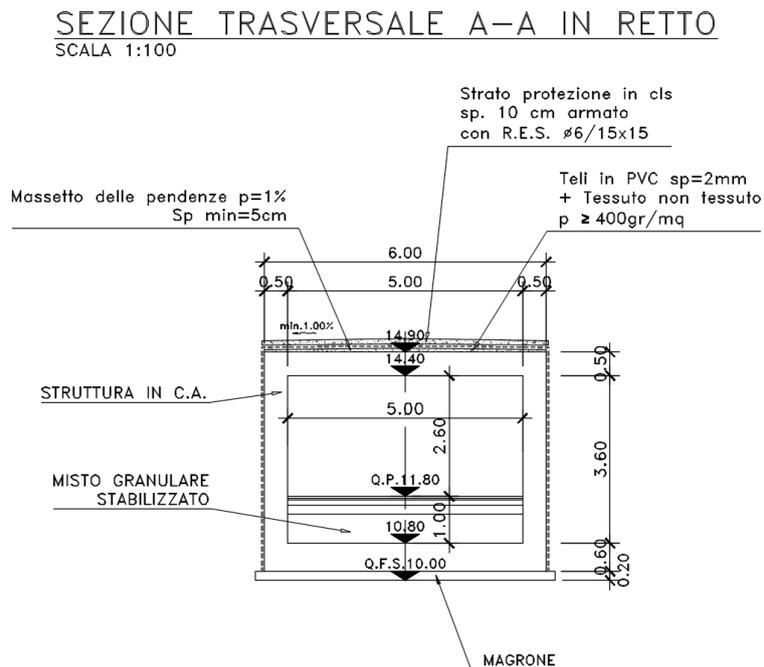


Figura 1.1 Sezione trasversale tipo ST01, ST02

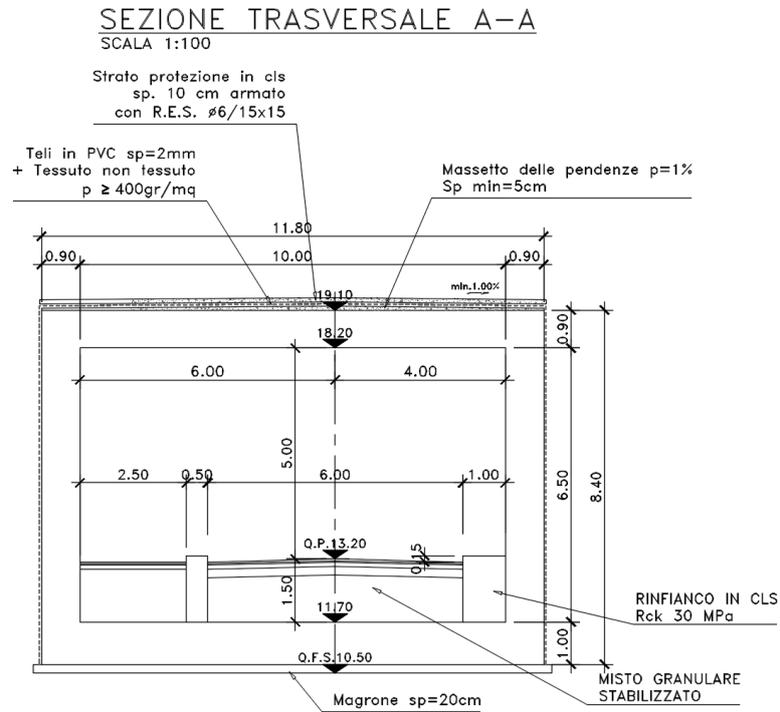


Figura 1.2 Sezione trasversale tipo ST03

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	<i>Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA</i>	

2 NORMATIVE E RIFERIMENTI

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).

3 NORME TECNICHE

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	<i>Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA</i>	

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

4.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme [D_3] e [D_4].

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione tenuto conto che il tracciato si sviluppa oltre 2 km dalla linea di costa è stata esclusa l'applicazione della classe XS (Corrosione indotta dai cloruri contenuti nell'acqua di mare).

Analogamente, in accordo alla "Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano" contenuta nell'appendice A alla norma [D_4], che attribuisce alla [Sardegna](#) un livello di rischio **Nullo**, è stata esclusa l'applicazione della classe XF (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe XD (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare).

Relativamente all'applicazione della classe XA (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, hanno evidenziato concentrazioni di solfati (SO_4^{2-}) nelle acque di falda, tali da rientrare nei range illustrati nel prospetto 2 della norma [D_3].

Di seguito, per ciascun elemento viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, i range previsti per le dimensioni massime degli aggregati, la classe di consistenza, il valore massimo del rapporto acqua/cemento, il tipo di cemento da impiegare in funzione della parte d'opera e il contenuto minimo di cemento:

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)				
CALCESTRUZZO PER		Magrone	Fondazioni – sottopasso*	Elevazioni – Sottopasso
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)		C12/15	C25/30	C32/40
Classe di esposizione ambientale		-	XC2	XC4
φ max inerti (mm)	Dupper	-	32	25
	Dlower	-	20	16
Classe di consistenza		-	S4	S4
Rapporto max acqua/cemento		-	0.60	0.50
Tipo di cemento (secondo UNI EN 197-1)		-	CEM IV	CEM IV
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)		150	300**	340**

Tabella 4.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi

* Cemento LH (Low Heat) a basso calore di idratazione.

** I contenuti di cemento indicati saranno verificati in sede di prequalifica, imponendo che il riscaldamento del calcestruzzo del nucleo in condizioni adiabatiche rispetti le seguenti condizioni:

- $\delta T_{3gg} \leq 35^\circ$ per getti di spessore non superiore a 2 m;
- $\delta T_{7gg} \leq 35^\circ$ per getti di spessore superiore a 2 m.

In ogni caso, dovrà essere garantito il rispetto delle classi di esposizione e resistenza sopra indicate.

4.1.2 Copriferrini nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrino), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C _{min}	C ₀	ambiente	C ₀	C _{min} < C ₀	C ₀	C _{min} < C ₀	C ₀	C _{min} < C ₀	C ₀	C _{min} < C ₀
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 della citata Tab. 2.4.1), i valori della Tab. C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferro vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

La tabella seguente illustra, i valori del calcestruzzo nominale, richiesti in base all'applicazione dei criteri sopra esposti e specializzati al caso in esame:

DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRI NOMINALI SECONDO NTC2018

Dati generali relativi all'opera

Tipo di costruzione (1=temp. o provvisoria; 2 = prestazioni ordinarie; 3=prestazioni elevate)

Vita nominale dell'opera

Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm

ambiente	R _{ckmin}	R _{ck0}	barre da c.a.				cavi da c.a.p.
			elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra
			R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}
ordinario	30	45	15	20	20	25	25
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5

Elemento		Fondazioni - Sottovia e muri andatori	Elevazioni - sottovia e muri andatori
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)		1	1
Elemento a piastra		SI	SI
Classe di esposizione		XC2	XC4
Ambiente		ordinario	aggressivo
Rck	Mpa	30	40
Check Rck min		OK	OK
copriferro minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm	20	30
incremento Per Vn=100 (tipo di costruzione 3)	mm	10	10
elem. prefabbricato con ver. Copriferri*		NO	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferri		0	0
Tolleranza di posa		10	10
copriferro nominale	mm	40	50
* Elemento prefabbricato prodotto con sistema sottoposto a controllo di qualità che comprenda la verifica dei copriferri			
copriferro nominale di progetto	mm	50	50

Tabella 4.2 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC2018

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

4.1.3 Resistenze di progetto

STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO ORDINARIO

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	unità	C25/30
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	Mpa	30
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	Mpa	25
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Mpa	33.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	Mpa	2.56
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	Mpa	1.80
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	Mpa	3.33
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.08
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	31476

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente γ_c	γ_c		1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	14.17
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.20

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	Mpa	15.00
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	Mpa	11.25
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	Mpa	2.14

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	unità	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	Mpa	2.69
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	MPa	1.89

Calcestruzzo non armato o a bassa perc. di armatura	Var	unità	
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ct1d} = 0.85 f_{ctd}$	Mpa	1.02
tensione di compressione limite	$\sigma_{clim} = f_{cd} - 2(f_{ct1d}^2 + f_{cd} f_{ctd})^{0.5}$	Mpa	6.31

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Calcestruzzo C32/40:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	C32/40
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	40
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	32
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	40.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	3.02
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	2.12
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	3.93
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.63
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	33346

STATI LIMITE ULTIMI	Var	
coefficiente γ_c	γ_c	1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	18.13
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.41

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	19.20
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	14.40
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	2.52

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	3.18
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	2.22

4.1.4 Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Tab. 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

Nel caso in esame si considerano:

- Condizioni **ordinarie**: per le verifiche a fessurazione (classe di esposizione **XC2**);
- Condizioni **aggressive**: per le verifiche a fessurazione (classe di esposizione **XC4**);

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

La Tab. 4.1.IV stabilisce i criteri per la scelta degli stati limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali e del tipo di armatura:

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	w_k	Poco sensibile Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Pertanto, nel caso in esame si ha:

- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali **ordinarie** – Armatura poco sensibile:
 - o Combinazione di azioni frequente: $w_k \leq w_3 = 0.4$ mm
 - o Combinazione di azioni quasi permanente: $w_k \leq w_2 = 0.3$ mm

- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali **aggressive** – Armatura poco sensibile:
 - o Combinazione di azioni frequente: $w_k \leq w_3 = 0.3$ mm
 - o Combinazione di azioni quasi permanente: $w_k \leq w_2 = 0.2$ mm

In diversi casi, in accordo al par. §4.1.2.2.4.5, le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure sono state condotte senza calcolo diretto, verificando che la tensione di trazione dell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, sia contenuta entro i valori limite specificati nelle seguenti tabelle:

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Tabella C4.1.III - Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

In rapporto a quanto specificato nelle precedenti tabelle è possibile individuare le tensioni limite dell'acciaio per ciascun diametro delle barre:

Tensioni limite in funzione diametro barre			
Diametro barre ϕ [mm]	Tensione max acciaio σ_s [Mpa]		
	$w_3=0.4$ mm	$w_2=0.3$ mm	$w_1=0.2$ mm
40	160	114	93
36	180	137	111
32	200	160	129
30	207	171	138
28	213	183	147
26	220	194	156
24	227	204	164
22	233	213	173
20	240	222	182
18	260	231	191
16	280	240	200
14	300	260	220
12	320	280	240
10	360	320	260
8	360	360	280
6	360	360	320

4.2 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate

4.2.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

Le Reti Elettrosaldate (RES), potranno essere realizzate impiegando acciaio B450A con le limitazioni all'impiego previste nel capitolo 11 delle NTC2018.

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

4.2.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato	Var	unità		
Qualità dell'acciaio			B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento nominale	f_{yk}	Mpa	450	450
Tensione caratteristica a carico ultimo nominale	f_{tk}	Mpa	540	450
Modulo elastico	Es	Mpa	210000	210000
diametro minimo della barra impiegabile	ϕ_{min}	mm	6	5
diametro massimo della barra impiegabile	ϕ_{max}	mm	40	10
STATI LIMITE ULTIMI				
	Var	unità		
coefficiente γ_s	γ_s		1.15	1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	Mpa	391.3	391.3
STATI LIMITE DI ESERCIZIO				
	Var	unità		
$\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{s,max}=0.8 f_{yk}$	Mpa	360.0	360.0

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

5.1 Stratigrafia di calcolo

Sono stati adottati i seguenti parametri geotecnici:

Terreno di rinfiaccio e ritombamento

- Litotipo: Rilevato
- Peso per unità di volume del terreno: $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito: $\varphi = 35^\circ$
- Coesione: $c' = 0$
- Coefficiente di spinta a riposo: $K_0 = (1 - \sin\varphi) = 0,43$

Terreno di fondazione

- Litotipo: G
- Peso per unità di volume del terreno: $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito: $\varphi = 37^\circ$
- Coesione: $c' = 0$

Non è presente la falda.

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

6 ANALISI E VERIFICHE

6.1 AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO

Vista la geometria degli scatolari ST01 e ST02, il litotipo di fondazione comune e le altezze di ritombamento paragonabili, per queste due opere verrà eseguito un solo modello di calcolo e verranno dimensionate in funzione delle caratteristiche più cautelative (che in questo caso riguarda solo lo spessore di ritombamento assunto pari a 1.20 m).

6.1.1 Modello di calcolo

Vista la geometria degli scatolari ST01 e ST02, il litotipo di fondazione comune e le altezze di ritombamento paragonabili, per queste due opere verrà eseguito un solo modello di calcolo e verranno dimensionate in funzione delle caratteristiche più cautelative (che in questo caso riguarda solo lo spessore di ritombamento assunto pari a 1.20 m).

Per la determinazione delle sollecitazioni agenti nei vari elementi strutturali, è stato sviluppato un modello di calcolo agli elementi finiti. Per semplicità di calcolo è stato analizzato un concio di larghezza unitaria del telaio scatolare.

Per la modellazione dell'interazione terreno-struttura, la fondazione ed i piedritti sono modellati come travi su suolo alla Winkler. La conformazione della struttura limita notevolmente la sua deformabilità, pertanto, nel calcolo delle spinte statiche del terreno a tergo dei piedritti è stato adottato coefficiente di spinta a riposo K_0 .

Per la risoluzione del modello, è stato utilizzato il programma di calcolo automatico "SCAT14" prodotto dalla Aztec Informatica s.r.l., Corso Umberto 43 – 87050 Casole Bruzio (CS).

6.1.2 Analisi dei carichi

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei carichi permanenti ed accidentali agenti sulla struttura in esame condotta secondo la normativa di riferimento.

6.1.2.1 Carichi permanenti strutturali

Per quanto riguarda la struttura il peso proprio degli elementi strutturali è automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi. Esso è calcolato considerando per il calcestruzzo della fondazione un peso per unità di volume pari a 25 kN/m³.

6.1.2.2 Carichi permanenti non strutturali

Per tener conto del peso del rilevato stradale e della pavimentazione è stato assunto un carico per unità di volume pari a 19 kN/mc.

Il peso del rilevato stradale e della pavimentazione a tergo della struttura scatolare determina un incremento delle spinte laterali sui piedritti assimilabile ad un carico uniformemente distribuito sugli stessi. Tale sovraccarico è stato valutato con riferimento al coefficiente di spinta a riposo K_0 .

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

6.1.2.3 Spinta delle terre

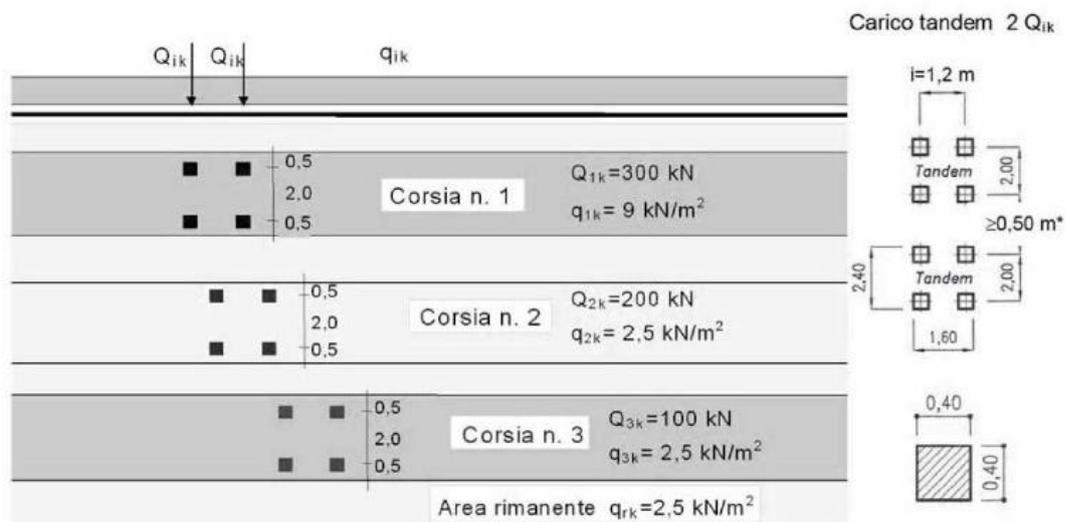
Il peso del terreno a tergo della struttura determina una spinta laterale sui piedritti avente distribuzione triangolare. Il calcolo della spinta del terreno è stata effettuato con riferimento al coefficiente di spinta a riposo K_0 .

6.1.2.4 Azioni da traffico

I carichi variabili da traffico sono definiti dagli schemi di carico descritti nel punto 5.1.3.3.3 delle NTC2018. Le intensità dei carichi concentrati e distribuiti considerate sono quelle relative ai Ponti di 1° Categoria richiamate nella Tab. 5.1.11 delle suddette normative. Essi includono già gli effetti dinamici per pavimentazioni di media rugosità. Pertanto non risulta necessario utilizzare coefficienti dinamici moltiplicativi.

6.1.2.5 Carichi verticali

Ai fini del calcolo si è fatto riferimento allo Schema di Carico 1 costituito da carichi concentrati su due assi tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0.40 m, e da carichi uniformemente distribuiti come mostrato nella seguente figura:



- – Schema di carico 1

Le specifiche dello schema di carico sono riportate di seguito.

Posizione	Carico asse Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia Numero 1	300	9,00
Corsia Numero 2	200	2,50
Corsia Numero 3	100	2,50
Altre corsie	0,00	2,50

6.1.2.6 Distribuzione del carico sulla soletta

L'impronta di ciascuna ruota è caratterizzata dalle seguenti dimensioni:

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	<i>Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA</i>	

B = 0.40 m (in direzione perpendicolare all'asse del tombino)

L = 0.40 m (in direzione parallela all'asse del tombino)

Si considera, inoltre, una diffusione attraverso la pavimentazione e lo spessore della soletta, secondo un angolo di 45°, fino al piano medio della soletta. Si ottengono pertanto, per i sottopassi ST01 e ST02 le seguenti dimensioni di diffusione e carichi equivalenti distribuiti:

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

ST01 - ST02

ANALISI DEI CARICHI STRADALI SECONDO NTC 2018

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLO SCATOLARE

Larghezza interna netta scatolare	Bint	5.00	m
Altezza interna netta scatolare	Hint	3.60	m
Spessore soletta copertura scatolare	Scop	0.50	m
Spessore piedritti scatolare	Spied	0.50	m
Spessore soletta fondazione scatolare	Sfond	0.60	m
Larghezza esterna complessiva scatolare	Best	6.00	m
Altezza esterna complessiva scatolare	Hest	4.70	m
Luce modello di calcolo	Bcal	5.50	m
Altezza modello di calcolo	Hcal	4.15	m
Spessore ritombamento + pavimentazione	Hbal	1.20	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Peso per unità di volume terreno rilevato/rinfilcio	γ	19	kN/mc
Angolo di attrito terreno rilevato/rinfilcio	ϕ	35	deg
Coefficiente di spinta a riposo	K_0	0.43	adim.

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)

Carico verticale sulla soletta	pvert	23	kN/m
Sovraccarico laterale sui piedritti	plat	10	kN/m

SPINTA DEL TERRENO (G3)

Spinta all'estradosso soletta copertura	0.0
Spinta all'intradosso soletta di fondazione	38.1

AZIONI DA TRAFFICO - SCHEMA DI CARICO 1

Impronta di carico

Larghezza impronta in dir. trasversale	B	0.40	m
Lunghezza impronta in dir. longitudinale	L	0.40	m
Spessore ritombamento + pavimentazione	H1	1.20	m
Spessore soletta	H2	0.50	m

Diffusione dei carichi

Larghezza diffusione in dir. trasversale	B'	3.30	m
Lunghezza diffusione in dir. longitudinale	L'	3.30	m
Larghezza diffusione in dir. trasversale adottata	B''	3.30	m
Lunghezza diffusione in dir. longitudinale adottata	L''	3.30	m
Area di diffusione adottata	A''	10.89	mq

E' stata considerata una diffusione a 45° fino alla fibra media della soletta. A favore di sicurezza è stato assunta una larghezza di ripartizione trasversale pari alla larghezza della corsia per tener conto delle eventuali sovrapposizioni di sollecitazioni dovute a veicoli transitanti su corsie adiacenti.

Carico verticale sulla struttura

Corsia 1

Carico asse	Qjk	300	kN
Carico distribuito	qik	9	kN/mq
numero assi	n	2	adim.
Totale carichi concentrati	Qvktot	600	kN
Area di diffusione adottata	A''	10.89	mq
Carico concentrato diffuso	qdiff	55.1	kN/mq

Corsia 2

Carico asse	Qjk	200	kN
Carico distribuito	qik	2.5	kN/mq
numero assi	n	2	adim.
Totale carichi concentrati	Qvktot	400	kN
Area di diffusione adottata	A''	10.89	mq
Carico concentrato diffuso	qdiff	36.7	kN/mq

Sovrapposizione

Carico concentrato diffuso 1	qdiff1	46	kN/mq
Carico concentrato diffuso 2	qdiff2	91.8	kN/mq

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	<i>Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA</i>	

I carichi diffusi equivalenti sono arrotondati a:

$$q_{diff1} = 50 \text{ kN/mq}$$

$$q_{diff2} = 95 \text{ kN/mq}$$

Per il sottopasso ST03 invece si ottiene:

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

ST03

ANALISI DEI CARICHI STRADALI SECONDO NTC 2018

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLO SCATOLARE

Larghezza interna netta scatolare	Bint	8.00	m
Altezza interna netta scatolare	Hint	6.50	m
Spessore soletta copertura scatolare	Scop	0.80	m
Spessore piedritti scatolare	Spied	0.80	m
Spessore soletta fondazione scatolare	Sfond	0.90	m
Larghezza esterna complessiva scatolare	Best	9.60	m
Altezza esterna complessiva scatolare	Hest	8.20	m
Luce modello di calcolo	Bcal	8.80	m
Altezza modello di calcolo	Hcal	7.35	m
Spessore ritombamento + pavimentazione	Hbal	3.00	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Peso per unità di volume terreno rilevato/rinfianco	γ	19	kN/mc
Angolo di attrito terreno rilevato/rinfianco	ϕ	35	deg
Coefficiente di spinta a riposo	K_0	0.43	adim.

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)

Carico verticale sulla soletta	pvert	57	kN/m
Sovraccarico laterale sui piedritti	plat	24	kN/m

SPINTA DEL TERRENO (G3)

Spinta all'estradosso soletta copertura		0.0	
Spinta all'intradosso soletta di fondazione		66.4	

AZIONI DA TRAFFICO - SCHEMA DI CARICO 1

Impronta di carico

Larghezza impronta in dir. trasversale	B	0.40	m
Lunghezza impronta in dir. longitudinale	L	0.40	m
Spessore ritombamento + pavimentazione	H1	3.00	m
Spessore soletta	H2	0.80	m

Diffusione dei carichi

Larghezza diffusione in dir. trasversale	B'	7.20	m
Lunghezza diffusione in dir. longitudinale	L'	7.20	m
Larghezza diffusione in dir. trasversale adottata	B''	6.30	m
Lunghezza diffusione in dir. longitudinale adottata	L''	6.30	m
Area di diffusione adottata	A''	39.69	mq

E' stata considerata una diffusione a 45° fino alla fibra media della soletta. A favore di sicurezza è stato assunta una larghezza di ripartizione trasversale pari alla larghezza della corsia per tener conto delle eventuali sovrapposizioni di sollecitazioni dovute a veicoli transitanti su corsie adiacenti.

Carico verticale sulla struttura

Corsia 1

Carico asse	Qik	300	kN
Carico distribuito	qik	9	kN/mq
numero assi	n	2	adim.
Totale carichi concentrati	Qvktot	600	kN
Area di diffusione adottata	A''	39.69	mq
Carico concentrato diffuso	qdiff	15.1	kN/mq

Corsia 2

Carico asse	Qik	200	kN
Carico distribuito	qik	2.5	kN/mq
numero assi	n	2	adim.
Totale carichi concentrati	Qvktot	400	kN
Area di diffusione adottata	A''	39.69	mq
Carico concentrato diffuso	qdiff	10.1	kN/mq

Sovrapposizione

Carico concentrato diffuso 1	qdiff1	13	kN/mq
Carico concentrato diffuso 2	qdiff2	25.2	kN/mq

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

I carichi diffusi equivalenti sono arrotondati a:

$$q_{diff1} = 15 \text{ kN/mq}$$

$$q_{diff2} = 30 \text{ kN/mq}$$

6.1.2.7 Azione del sovraccarico sui piedritti

Si assume un carico uniforme a tergo della struttura scatolare pari a 20 kN/m². L'incremento delle spinte laterali sui piedritti è calcolato considerando il coefficiente di spinta a riposo K₀.

6.1.2.8 Azione sismica

La spinta sismica è calcolata automaticamente dal programma di calcolo utilizzato in base ai parametri di riferimento illustrati. L'analisi della spinta del terreno in condizioni sismiche è stato eseguita secondo la teoria di Wood considerando un valore del coefficiente di riduzione dell'azione sismica β_m pari ad 1,00.

6.1.3 Combinazioni delle azioni

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2008 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- *Combinazione fondamentale*, impiegata per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- *Combinazione frequente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- *Combinazione quasi permanente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- *Combinazione sismica*, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

Di seguito si riportano le tabelle che esplicitano i coefficienti parziali sopra illustrati:

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

6.2 Sollecitazioni di progetto

Di seguito sono riportati i valori di sollecitazione relativi agli involuipi delle combinazioni di carico SLU e SLE. I valori sono espressi in kNm/m per i momenti flettenti e in kN/m per il taglio. Il segno positivo o negativo indica, rispettivamente, le fibre tese all'interno od all'esterno dello scatolare. Le verifiche sono state svolte considerando le sollecitazioni massime:

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO	ST01 ST02				ST03			
	traverso	fondazione	pedritto sx	pedritto dx	traverso	fondazione	pedritto sx	pedritto dx
	kNm/m	kNm/m	kNm/m	kNm/m	kNm/m	kNm/m	kNm/m	kNm/m
M+ SLU	345	385	0	0	1190	1330	0	0
M- SLU	-240	-170	-240	-240	-900	-900	-900	-900
V SLU	355	415	70	70	725	925	230	230
N SLE-QP	0	0	150	150	0	0	430	430
M+ SLE-R	260	290	0	0	905	1020	0	0
M- SLE-R	-180	-130	-180	-180	-685	-685	-685	-685
M+ SLE-F	210	245	0	0	825	960	0	0
M- SLE-F	-145	-110	-145	-145	-625	-645	-645	-645
M+ SLE-QP	75	125	0	0	665	840	0	0
M- SLE-QP	-60	-75	-75	-75	-515	-600	-600	-600

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	<i>Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA</i>	

6.3 Verifiche

6.3.1 Verifiche Geotecniche

Per l'elemento scatolare costituente il sottopasso viene eseguita la verifica a carico limite nei confronti del terreno di fondazione. I risultati sono mostrati negli allegati di calcolo al paragrafo 7.

6.3.2 Verifiche strutturali

Per i sottovia è prevista la seguente armatura:

ST01 e ST02:

La soletta del traverso sarà armata superiormente con $\varnothing 24/20$ ed inferiormente con $\varnothing 24/10$. Come armatura a taglio sono previste spille $\varnothing 16/40 \times 40$.

La soletta di fondazione sarà armata superiormente con $\varnothing 24/10$ ed inferiormente con $\varnothing 24/20$. Come armatura a taglio sono previste spille $\varnothing 16/40 \times 40$.

I piedritti saranno armati con $\varnothing 24/20$ sia lato terra che lato interno. Come armatura a taglio sono previste spille $\varnothing 16/40 \times 40$.

Per tutti gli elementi sono previsti ripartitori $\varnothing 16/20$.

ST03:

La soletta del traverso prevederà una armatura corrente $\varnothing 26/10$ sia superiormente che inferiormente, in mezzzeria è previsto uno strato aggiunto di $\varnothing 26/20$ a momento flettente positivo. Come armatura a taglio sono previste spille $\varnothing 16/20 \times 40$.

La soletta di fondazione sarà armata sia superiormente che inferiormente con $\varnothing 26/10$. Come armatura a taglio sono previste spille $\varnothing 16/20 \times 40$.

I piedritti saranno armati con $\varnothing 26/10$ lato terra e con $\varnothing 26/10$ lato interno. Come armatura a taglio sono previste spille $\varnothing 16/20 \times 40$.

Per tutti gli elementi sono previsti ripartitori $\varnothing 16/20$.

6.3.2.1 Verifiche a flessione

La verifiche a flessione e pressoflessione per le sezioni in c.a. sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Si riportano le verifiche per l'involuppo agli SLU/SLV e agli SLE per il traverso, la fondazione e i piedritti dei sottovia:

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

ST01 E ST02:

• Verifiche a flessione trasverso

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	50.0
3	50.0	50.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	7.8	24
2	40.0	7.8	24
3	-40.0	42.2	24
4	40.0	42.2	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			
N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	24
2	3	4	3	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	345.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-240.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	260.00	0.00
2	0.00	-180.00	0.00

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	210.00 (172.50)	0.00 (0.00)
2	0.00	-145.00 (-159.61)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	75.00 (172.50)	0.00 (0.00)
2	0.00	-60.00 (-159.61)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.6 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.5 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	345.00	0.00	0.00	664.54	0.00	1.926	45.2(7.6)
2	S	0.00	-240.00	0.00	0.00	-357.38	0.00	1.489	22.6(7.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00428	-50.0	50.0	0.00067	-40.0	42.2	-0.01182	-40.0	7.8
2	0.00350	-0.00679	-50.0	0.0	-0.00025	-40.0	7.8	-0.01677	40.0	42.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000363086	-0.014654294	0.228	0.726
2	0.000000000	-0.000480350	0.003500000	0.173	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $\beta_1 \cdot \beta_2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	7.02	50.0	50.0	-158.8	31.1	7.8	1650	45.2	8.9	1.00
2	S	5.74	-50.0	0.0	-214.5	20.0	42.2	1900	22.6	20.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.67	50.0	50.0	-128.2	31.1	7.8	1650	45.2	8.9	1.00
2	S	4.62	-50.0	0.0	-172.8	20.0	42.2	1900	22.6	20.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Esito della verifica
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e_1 + e_2) / (2 \cdot e_1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi Deformazione unitaria media tra le fessure $[4.3.1.7.1.3 \text{ DM96}]$. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s / E_s$ è tra parentesi
e sm Distanza unitaria media tra le fessure [mm]
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rm}$. Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.8	0	0.125	24	66.0	0.325	0.00026 (0.00026)	194	0.084 (0.30)	172.50	0.00
2	S	-2.8	0	0.125	24	66.0	-0.212	0.00035 (0.00035)	273	0.160 (0.30)	-159.61	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.02	50.0	50.0	-45.8	31.1	7.8	1650	45.2	8.9	0.50
2	S	1.91	-50.0	0.0	-71.5	20.0	42.2	1900	22.6	20.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.3	0	0.125	24	66.0	-1.645	0.00009 (0.00009)	194	0.030 (0.20)	172.50	0.00
2	S	-1.2	0	0.125	24	66.0	-2.538	0.00014 (0.00014)	273	0.066 (0.20)	-159.61	0.00

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

• **Verifica a flessione fondazione**

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C25/30	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	60.0
3	50.0	60.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	7.8	24
2	40.0	7.8	24
3	-40.0	52.2	24
4	40.0	52.2	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			
N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	24
2	3	4	3	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	385.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-170.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	290.00	0.00
2	0.00	-130.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	245.00 (202.98)	0.00 (0.00)
2	0.00	-110.00 (-188.96)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	125.00 (202.98)	0.00 (0.00)
2	0.00	-75.00 (-188.96)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.5 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	385.00	0.00	0.00	826.28	0.00	2.146	45.2(7.7)
2	S	0.00	-170.00	0.00	0.00	-433.68	0.00	2.551	22.6(7.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00451	-50.0	60.0	0.00107	-40.0	52.2	-0.01277	-40.0	7.8
2	0.00350	-0.00806	-50.0	0.0	-0.00001	-40.0	7.8	-0.01997	40.0	52.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

C.Rid.		Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				C.Rid.
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.	
1	0.000000000	0.000311642	-0.015198493	0.215	0.709	
2	0.000000000	-0.000449618	0.003500000	0.149	0.700	

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.47	-50.0	60.0	-140.7	31.1	7.8	2050	45.2	8.9	1.00
2	S	2.88	-50.0	0.0	-123.1	20.0	52.2	2278	22.6	20.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.62	50.0	60.0	-118.9	13.3	7.8	2050	45.2	8.9	1.00
2	S	2.44	-50.0	0.0	-104.1	20.0	52.2	2278	22.6	20.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.1	0	0.125	24	66.0	0.314	0.00024 (0.00024)	204	0.083 (0.40)	202.98	0.00
2	S	-1.5	0	0.125	24	66.0	-1.951	0.00021 (0.00021)	293	0.104 (0.40)	-188.96	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.36	50.0	60.0	-60.7	13.3	7.8	2050	45.2	8.9	0.50
2	S	1.66	-50.0	0.0	-71.0	20.0	52.2	2278	22.6	20.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.6	0	0.125	24	66.0	-0.318	0.00012 (0.00012)	204	0.042 (0.30)	202.98	0.00
2	S	-1.0	0	0.125	24	66.0	-2.174	0.00014 (0.00014)	293	0.071 (0.30)	-188.96	0.00

• Verifica a flessione dei piedritti

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	50.0
3	50.0	50.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	7.8	24
2	40.0	7.8	24
3	-40.0	42.2	24
4	40.0	42.2	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	24
2	3	4	3	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	150.00	-240.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	150.00	-180.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)		

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	150.00	-145.00 (-169.40)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	150.00	-75.00 (-186.75)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 17.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	150.00	-240.00	0.00	149.82	-383.39	0.00	1.597	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00666	-50.0	0.0	-0.00020	-40.0	7.8	-0.01651	40.0	42.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000474100	0.003500000	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.32	-50.0	0.0	-180.7	20.0	42.2	1750	22.6	20.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.11	-50.0	0.0	-139.4	20.0	42.2	1750	22.6	20.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; = (e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/S2) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.7	0	0.125	24	66.0	-0.365	0.00028 (0.00028)	265	0.126 (0.30)	-169.40	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.66	-50.0	0.0	-57.2	20.0	42.2	1650	22.6	20.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.2	0	0.125	24	66.0	-2.100	0.00011 (0.00011)	260	0.051 (0.20)	-186.75	0.00

ST03:

- Verifiche a flessione trasverso**

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	90.0

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

3	50.0	90.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	7.9	26
2	40.0	7.9	26
3	-40.0	82.1	26
4	40.0	82.1	26
5	-40.0	15.7	26
6	40.0	15.7	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	3	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1190.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-900.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	905.00	0.00
2	0.00	-685.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	825.00 (606.53)	0.00 (0.00)
2	0.00	-625.00 (-578.58)	0.00 (0.00)

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	665.00 (606.53)	0.00 (0.00)
2	0.00	-515.00 (-578.58)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1190.00	0.00	0.00	2284.24	0.00	1.920	79.6(14.7)
2	S	0.00	-900.00	0.00	0.00	-1654.30	0.00	1.838	79.6(14.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00770	-50.0	90.0	0.00121	-40.0	82.1	-0.02034	-40.0	7.9
2	0.00350	-0.00851	-50.0	0.0	0.00104	-40.0	7.9	-0.02206	-40.0	82.1

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000290382	-0.022634394	0.147	0.700
2	0.000000000	-0.000311378	0.003500000	0.137	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata / N = comb. non verificata

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.27	50.0	90.0	-169.5	4.4	7.9	2600	79.6	8.9	1.00
2	S	4.92	50.0	0.0	-175.6	31.1	82.1	2575	53.1	8.9	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.71	-50.0	90.0	-154.5	31.1	7.9	2600	79.6	8.9	1.00
2	S	4.49	-50.0	0.0	-160.2	31.1	82.1	2575	53.1	8.9	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/S2) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-4.2	0	0.125	26	66.0	0.459	0.00035 (0.00031)	192	0.116 (0.30)	606.53	0.00
2	S	-3.3	0	0.125	26	66.0	0.143	0.00032 (0.00032)	213	0.116 (0.30)	-578.58	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.61	50.0	90.0	-124.5	31.1	7.9	2600	79.6	8.9	0.50
2	S	3.70	-50.0	0.0	-132.0	31.1	82.1	2575	53.1	8.9	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.4	0	0.125	26	66.0	0.584	0.00036 (0.00025)	192	0.119 (0.20)	606.53	0.00
2	S	-2.8	0	0.125	26	66.0	0.369	0.00026 (0.00026)	213	0.096 (0.20)	-578.58	0.00

• Verifica a flessione fondazione

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C25/30	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	7.9	26
2	40.0	7.9	26
3	-40.0	92.1	26
4	40.0	92.1	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	8	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1330.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-900.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1020.00	0.00
2	0.00	-685.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	960.00 (571.21)	0.00 (0.00)
2	0.00	-645.00 (-571.21)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	840.00 (571.21)	0.00 (0.00)
2	0.00	-600.00 (-571.21)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.3 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1330.00	0.00	0.00	1791.80	0.00	1.347	53.1(13.6)
2	S	0.00	-900.00	0.00	0.00	-1791.80	0.00	1.991	53.1(13.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01095	-50.0	100.0	0.00084	-40.0	92.1	-0.02756	-40.0	7.9
2	0.00350	-0.01095	-50.0	0.0	0.00084	-40.0	7.9	-0.02756	-40.0	92.1

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000337239	-0.030223872	0.113	0.700
2	0.000000000	-0.000337239	0.003500000	0.113	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.38	-50.0	100.0	-230.3	31.1	7.9	2575	53.1	8.9	1.00
2	S	4.29	-50.0	0.0	-154.7	31.1	92.1	2575	53.1	8.9	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.01	-50.0	100.0	-216.8	31.1	7.9	2575	53.1	8.9	1.00
2	S	4.04	-50.0	0.0	-145.6	31.1	92.1	2575	53.1	8.9	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/S2) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-4.3	0	0.125	26	66.0	0.646	0.00070 (0.00043)	213	0.253 (0.40)	571.21	0.00
2	S	-2.9	0	0.125	26	66.0	0.216	0.00029 (0.00029)	213	0.105 (0.40)	-571.21	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.26	-50.0	100.0	-189.7	31.1	7.9	2575	53.1	8.9	0.50
2	S	3.75	-50.0	0.0	-135.5	31.1	92.1	2575	53.1	8.9	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.8	0	0.125	26	66.0	0.769	0.00073 (0.00038)	213	0.264 (0.30)	571.21	0.00
2	S	-2.7	0	0.125	26	66.0	0.547	0.00037 (0.00027)	213	0.134 (0.30)	-571.21	0.00

• Verifica a flessione dei piedritti

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	90.0
3	50.0	90.0

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

4 50.0 0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	7.9	26
2	40.0	7.9	26
3	-40.0	82.1	26
4	40.0	82.1	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	26
2	3	4	8	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	430.00	-900.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	430.00	-685.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	430.00	-645.00 (-612.86)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	430.00	-600.00 (-618.35)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.6 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.3 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	430.00	-900.00	0.00	429.79	-1753.53	0.00	1.940	----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00758	-50.0	0.0	0.00123	-40.0	7.9	-0.02009	-40.0	82.1

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000287358	0.003500000	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $\beta_1 \cdot \beta_2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1											

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

1 S 6.12 50.0 0.0 -140.7 31.1 82.1 2575 53.1 8.9 1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.78	-50.0	0.0	-130.5	31.1	82.1	2575	53.1	8.9	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 S1 Esito della verifica
 S2 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
 k2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
 k3 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
 Ø = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
 Cf Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$
 Psi Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm = $1 - \text{Beta}12 * (S_{sr} / S_s)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm} / S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess} / M)^2$ [B.6.6 DM96]
 srm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * S_s / E_s$ è tra parentesi
 wk Distanza media tra le fessure [mm]
 MX fess. Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * s_{rm}$. Valore limite tra parentesi
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.3	0	0.125	26	66.0	0.097	0.00026 (0.00026)	213	0.094 (0.30)	-612.86	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.40	50.0	0.0	-119.1	31.1	82.1	2575	53.1	8.9	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.0	0	0.125	26	66.0	0.469	0.00028 (0.00024)	213	0.101 (0.20)	-618.35	0.00

6.3.2.2 Verifiche a taglio

Di seguito si riporta il calcolo del taglio resistente agli SLU secondo il metodo del traliccio ad inclinazione variabile:

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

Sollecitazioni di calcolo	Var	unità	ST01 ST02			ST03		
			SOL.SUP	SOL.INF	PIED	SOL.SUP	SOL.INF	PIED
Taglio di calcolo	V_{Ed}	kN	355.0	415.0	70.0	725.0	925.0	230.0
Dati								
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	40	30	40	40	30	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	33.2	24.9	33.2	33.2	24.9	33.2
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.8	14.1	18.8	18.8	14.1	18.8
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450	450	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3
Caratteristiche geometriche sezione								
Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	0.50	0.60	0.50	0.90	1.00	0.90
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m ²	0.50	0.60	0.50	0.90	1.00	0.90
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.078	0.078	0.078	0.079	0.079	0.079
altezza utile della sezione	d	m	0.42	0.52	0.42	0.82	0.92	0.82
Compressione agente nella sezione								
Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0	0.0	150.0	0.0	0.0	430.0
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio								
<i>Verifica del conglomerato</i>								
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	2381.8	2209.6	2381.8	4633.7	3898.6	4633.7
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>								
diametro staffe	fsw	mm	16	16	16	16	16	16
passo staffe	scp	m	0.40	0.40	0.40	0.20	0.20	0.40
numero di bracci	nb		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	503	503	503	503	503	503
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90	90	90	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	kPa	0	0	300	0	0	478
coefficiente alpha	α_c		1.00	1.00	1.02	1.00	1.00	1.03
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rsd}	kN	466.9	577.6	466.9	1816.8	2038.1	908.4
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	1231.9	1142.9	1251.5	2396.6	2016.4	2457.5
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	466.9	577.6	466.9	1816.8	2016.4	908.4
Coefficiente di sicurezza a taglio	C.S. (V)		1.3	1.4	6.7	2.5	2.2	3.9

Si osserva come le verifiche a taglio siano sempre soddisfatte.

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

7 ALLEGATI DI CALCOLO

7.1 ST01, ST02

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	4.70	[m]
Larghezza esterna	6.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.50	[m]
Spessore piedritto destro	0.50	[m]
Spessore fondazione	0.60	[m]
Spessore traverso	0.50	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	1.20	[m]
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Coesione	0	[kPa]

Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	23.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	0	[kPa/cm]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	18.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	37.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	20.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	200	[kPa/cm]
Tensione limite	500	[kPa]

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R _{ck} calcestruzzo	30000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	31476000	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura
 Carichi verticali positivi se diretti verso il basso
 Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra
 Coppie concentrate positive se antiorarie
 Ascisse X (espresse in m) positive verso destra
 Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto
 Carichi concentrati espressi in kN
 Coppie concentrate espressi in kNm
 Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

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

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIAForze 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_{te}	variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
D_{ti}	variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)Condizione di carico n° 7 (Condizione 1)

Distr	Traverso	$X_i= 1.95$	$X_f= 4.05$	$V_{ni}= 95.00$	$V_{nf}= 95.00$	$V_{ti}= 0.00$	$V_{tf}= 0.00$
Distr	Traverso	$X_i= 0.75$	$X_f= 1.95$	$V_{ni}= 50.00$	$V_{nf}= 50.00$	$V_{ti}= 0.00$	$V_{tf}= 0.00$
Distr	Traverso	$X_i= 4.05$	$X_f= 5.25$	$V_{ni}= 50.00$	$V_{nf}= 50.00$	$V_{ti}= 0.00$	$V_{tf}= 0.00$

Condizione di carico n° 8 (Condizione 4)

Distr	Traverso	$X_i= 0.00$	$X_f= 6.00$	$V_{ni}= 9.00$	$V_{nf}= 9.00$	$V_{ti}= 0.00$	$V_{tf}= 0.00$
-------	----------	-------------	-------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Condizione di carico n° 9 (Condizione 5)

Distr	Pied_S	$Y_i= 0.00$	$Y_f= 4.70$	$V_{ni}= 8.50$	$V_{nf}= 8.50$	$V_{ti}= 0.00$	$V_{tf}= 0.00$
Distr	Pied_D	$Y_i= 0.00$	$Y_f= 4.70$	$V_{ni}= 8.50$	$V_{nf}= -8.50$	$V_{ti}= 0.00$	$V_{tf}= 0.00$

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:**Stato Limite Ultimo**

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

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

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

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

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

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/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 fcd e σ_{cp}

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

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

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

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2018 - Approccio 1

Copriferro sezioni 6.60 [cm]

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

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 2018

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:

<i>Carichi</i>	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.30	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0.80	0.80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15
Termici	Favorevole	γ_{fav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{sfav}	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2
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_r	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	Effetto		A1	A2
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_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	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_{fav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{sfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2
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_r	1.00	1.00

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 1	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Condizione 4	Sfavorevole	1.35	0.40	0.54
Condizione 5	Sfavorevole	1.50	0.40	0.60

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 1	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Condizione 4	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Condizione 5	Sfavorevole	1.50	0.40	0.60

Combinazione n° 4 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 1	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Condizione 4	Sfavorevole	1.35	0.40	0.54
Condizione 5	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1) - 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
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Caso A1-M1) - 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
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Caso A1-M1) - 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
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU (Caso A1-M1) - 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
Sisma da destra	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

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

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
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

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
Condizione 5	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

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
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40
Condizione 5	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIACombinazione 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
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Condizione 5	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

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
Condizione 5	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

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
I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**
Metodo di calcolo della portanza

Pressione geostatica

Terzaghi

Spinta sui piedritti

Attiva [combinazione 1]
Attiva [combinazione 2]
Attiva [combinazione 3]
Attiva [combinazione 4]
Attiva [combinazione 5]
Attiva [combinazione 6]
Attiva [combinazione 7]
Attiva [combinazione 8]
Attiva [combinazione 9]
Attiva [combinazione 10]
Attiva [combinazione 11]
Attiva [combinazione 12]
Attiva [combinazione 13]
Attiva [combinazione 14]
Attiva [combinazione 15]

Sisma**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g = 0.72$ [m/s²]
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) $k_h = (a_g/g) \cdot \beta_m \cdot St \cdot Ss = 8.81$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 \cdot k_h = 4.40$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g = 0.00$ [m/s²]
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) $k_h = (a_g/g) \cdot \beta_m \cdot St \cdot Ss = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 \cdot k_h = 0.00$
Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Spinta sismica

Mononobe-Okabe

Angolo diffusione sovraccarico

35.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.244	0.000
2	0.244	0.000
3	0.244	0.000

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

4	0.244	0.000
5	0.244	0.310
6	0.244	0.289
7	0.244	0.289
8	0.244	0.310
9	0.244	0.000
10	0.244	0.000
11	0.244	0.000
12	0.244	0.000
13	0.244	0.000
14	0.244	0.000
15	0.244	0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	58
Numero elementi traverso	34
Numero elementi piedritto sinistro	42
Numero elementi piedritto destro	42
Numero molle fondazione	59
Numero molle piedritto sinistro	43
Numero molle piedritto destro	43

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0296400 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0296400

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0066690 [MPa]	Pressione inf. 0.0327890 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0066690 [MPa]	Pressione inf. 0.0327890 [MPa]

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0296400 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0296400

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0066690 [MPa]	Pressione inf. 0.0327890 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0066690 [MPa]	Pressione inf. 0.0327890 [MPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0296400 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0296400

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0066690 [MPa]	Pressione inf. 0.0327890 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0066690 [MPa]	Pressione inf. 0.0327890 [MPa]

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0296400 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0296400

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0066690 [MPa]	Pressione inf. 0.0327890 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0066690 [MPa]	Pressione inf. 0.0327890 [MPa]

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0228000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0228000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0039727 [MPa]	Pressione inf. 0.0039727 [MPa]
--------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0228000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0228000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0026664 [MPa]	Pressione inf. 0.0026664 [MPa]
--------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0228000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0228000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 0.0026664 [MPa]	Pressione inf. 0.0026664 [MPa]
------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0228000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0228000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 0.0039727 [MPa]	Pressione inf. 0.0039727 [MPa]
------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 9

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0228000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0228000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0228000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0228000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0228000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0228000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]

Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0228000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0228000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0228000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0228000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]

Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0228000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0228000

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]

Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0228000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-12.13	18.13	0.0228000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0051300 [MPa]	Pressione inf. 0.0252223 [MPa]

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA

Spostamenti

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.492
1.65	0.000	0.438
3.00	0.000	0.414
4.35	0.000	0.438
5.75	-0.001	0.492

Spostamenti traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.000	0.497
1.61	0.000	0.550
3.00	0.000	0.576
4.39	0.000	0.550
5.75	0.000	0.497

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.001	0.492
2.38	-0.032	0.495
4.45	0.000	0.497

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	-0.001	0.492
2.38	0.032	0.495
4.45	0.000	0.497

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.983
1.65	0.000	0.845
3.00	0.000	0.787
4.35	0.000	0.845
5.75	-0.001	0.983

Spostamenti traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.993
1.61	0.001	1.172
3.00	0.000	1.265
4.39	-0.001	1.172
5.75	-0.001	0.993

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.001	0.983
2.38	-0.103	0.988
4.45	0.001	0.993

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	-0.001	0.983
2.38	0.103	0.988
4.45	-0.001	0.993

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.910
1.65	0.000	0.785
3.00	0.000	0.732
4.35	0.000	0.785
5.75	-0.001	0.910

Spostamenti traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.919
1.61	0.000	1.076
3.00	0.000	1.158
4.39	0.000	1.076
5.75	-0.001	0.919

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.001	0.910
2.38	-0.091	0.914
4.45	0.001	0.919

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	-0.001	0.910
2.38	0.091	0.914
4.45	-0.001	0.919

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.864
1.65	0.000	0.749
3.00	0.000	0.701
4.35	0.000	0.749
5.75	-0.001	0.864

Spostamenti traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.873
1.61	0.001	1.017
3.00	0.000	1.093
4.39	-0.001	1.017
5.75	-0.001	0.873

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.001	0.864
2.38	-0.080	0.868
4.45	0.001	0.873

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	-0.001	0.864
2.38	0.080	0.868
4.45	-0.001	0.873

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.276	0.309
1.65	0.276	0.311
3.00	0.276	0.328
4.35	0.275	0.383
5.75	0.275	0.469

Spostamenti traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.433	0.312
1.61	0.433	0.395
3.00	0.432	0.454
4.39	0.432	0.471
5.75	0.432	0.472

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.276	0.309
2.38	0.331	0.311
4.45	0.433	0.312

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.275	0.469
2.38	0.379	0.471
4.45	0.432	0.472

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.237	0.299
1.65	0.237	0.296
3.00	0.237	0.309
4.35	0.236	0.358
5.75	0.236	0.435

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA**Spostamenti trasverso (Combinazione n° 6)**

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.371	0.302
1.61	0.371	0.377
3.00	0.371	0.430
4.39	0.371	0.442
5.75	0.370	0.439

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.237	0.299
2.38	0.282	0.301
4.45	0.371	0.302

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.236	0.435
2.38	0.327	0.437
4.45	0.370	0.439

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	-0.236	0.435
1.65	-0.236	0.358
3.00	-0.237	0.309
4.35	-0.237	0.296
5.75	-0.237	0.299

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 7)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	-0.370	0.439
1.61	-0.371	0.442
3.00	-0.371	0.430
4.39	-0.371	0.377
5.75	-0.371	0.302

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	-0.236	0.435
2.38	-0.327	0.437
4.45	-0.370	0.439

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	-0.237	0.299
2.38	-0.282	0.301
4.45	-0.371	0.302

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	-0.275	0.469
1.65	-0.275	0.383
3.00	-0.276	0.328
4.35	-0.276	0.311
5.75	-0.276	0.309

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 8)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	-0.432	0.472
1.61	-0.432	0.471
3.00	-0.432	0.454
4.39	-0.433	0.395
5.75	-0.433	0.312

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	-0.275	0.469
2.38	-0.379	0.471
4.45	-0.432	0.472

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	-0.276	0.309

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA

2.38	-0.331	0.311
4.45	-0.433	0.312

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.379
1.65	0.000	0.337
3.00	0.000	0.318
4.35	0.000	0.337
5.75	-0.001	0.379

Spostamenti traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.000	0.382
1.61	0.000	0.423
3.00	0.000	0.443
4.39	0.000	0.423
5.75	0.000	0.382

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.001	0.379
2.38	-0.024	0.381
4.45	0.000	0.382

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	-0.001	0.379
2.38	0.024	0.381
4.45	0.000	0.382

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.000	0.636
1.65	0.000	0.549
3.00	0.000	0.513
4.35	0.000	0.549
5.75	0.000	0.636

Spostamenti traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.643
1.61	0.000	0.751
3.00	0.000	0.808
4.39	0.000	0.751
5.75	-0.001	0.643

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.000	0.636
2.38	-0.064	0.640
4.45	0.001	0.643

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.000	0.636
2.38	0.064	0.640
4.45	-0.001	0.643

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.400
1.65	0.000	0.354
3.00	0.000	0.335
4.35	0.000	0.354
5.75	-0.001	0.400

Spostamenti traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.000	0.403
1.61	0.000	0.449
3.00	0.000	0.472
4.39	0.000	0.449
5.75	0.000	0.403

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.001	0.400
2.38	-0.027	0.402
4.45	0.000	0.403

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	-0.001	0.400
2.38	0.027	0.402
4.45	0.000	0.403

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.378
1.65	0.000	0.337
3.00	0.000	0.319
4.35	0.000	0.337
5.75	-0.001	0.378

Spostamenti traverso (Combinazione n° 12)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.000	0.381
1.61	0.000	0.420
3.00	0.000	0.440
4.39	0.000	0.420
5.75	0.000	0.381

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.001	0.378
2.38	-0.022	0.379
4.45	0.000	0.381

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 12)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	-0.001	0.378
2.38	0.022	0.379
4.45	0.000	0.381

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.000	0.742
1.65	0.000	0.638
3.00	0.000	0.595
4.35	0.000	0.638
5.75	0.000	0.742

Spostamenti traverso (Combinazione n° 13)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.750
1.61	0.000	0.884
3.00	0.000	0.954
4.39	0.000	0.884
5.75	-0.001	0.750

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.000	0.742
2.38	-0.078	0.746
4.45	0.001	0.750

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 13)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.000	0.742
2.38	0.078	0.746
4.45	-0.001	0.750

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.688
1.65	0.000	0.594
3.00	0.000	0.554
4.35	0.000	0.594

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA

5.75 -0.001 0.688

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 14)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.695
1.61	0.000	0.813
3.00	0.000	0.874
4.39	0.000	0.813
5.75	-0.001	0.695

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.001	0.688
2.38	-0.069	0.692
4.45	0.001	0.695

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 14)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	-0.001	0.688
2.38	0.069	0.692
4.45	-0.001	0.695

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.654
1.65	0.000	0.567
3.00	0.000	0.531
4.35	0.000	0.567
5.75	-0.001	0.654

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 15)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.25	0.001	0.661
1.61	0.000	0.770
3.00	0.000	0.827
4.39	0.000	0.770
5.75	-0.001	0.661

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	0.001	0.654
2.38	-0.061	0.658
4.45	0.001	0.661

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 15)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.30	-0.001	0.654
2.38	0.061	0.658
4.45	-0.001	0.661

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-93.9057	-187.3652	53.2795
1.65	100.3269	-83.6733	53.2795
3.00	158.7420	3.9795	53.2795
4.35	100.3269	92.0906	53.2795
5.75	-93.9057	187.3652	53.2795

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-74.3410	125.3342	27.9677
1.61	53.7836	63.4809	27.9677
3.00	97.9935	0.0000	27.9677
4.39	53.7836	-63.4809	27.9677
5.75	-74.3410	-125.3342	27.9677

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-93.9057	53.3337	191.4688
2.38	-41.9468	0.7243	158.4015
4.45	-74.3410	-27.9677	125.3342

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-93.9057	-53.3337	191.4688
2.38	-41.9468	-0.7243	158.4015
4.45	-74.3410	27.9677	125.3342

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-169.2944	-412.3077	42.8749
1.65	255.5761	-183.3032	42.8749
3.00	382.6361	7.5659	42.8749
4.35	255.5761	199.5469	42.8749
5.75	-169.2944	412.3077	42.8749

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-236.8703	354.3617	59.5479
1.61	172.8057	228.0556	59.5479
3.00	342.5651	0.0000	59.5479
4.39	172.8057	-228.0556	59.5479
5.75	-236.8703	-354.3617	59.5479

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-169.2944	42.9185	420.4963
2.38	-149.9265	-20.2734	387.4290
4.45	-236.8703	-59.5479	354.3617

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-169.2944	-42.9185	420.4963
2.38	-149.9265	20.2734	387.4290
4.45	-236.8703	59.5479	354.3617

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-159.6140	-379.0488	47.0419
1.65	231.2177	-168.6320	47.0419
3.00	348.1754	7.0385	47.0419
4.35	231.2177	183.7200	47.0419
5.75	-159.6140	379.0488	47.0419

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-209.8789	320.4935	55.3766
1.61	153.3187	198.7582	55.3766
3.00	299.9409	0.0000	55.3766
4.39	153.3187	-198.7582	55.3766
5.75	-209.8789	-320.4935	55.3766

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-159.6140	47.0898	386.6282
2.38	-131.5906	-16.1021	353.5609
4.45	-209.8789	-55.3766	320.4935

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-159.6140	-47.0898	386.6282
2.38	-131.5906	16.1021	353.5609
4.45	-209.8789	55.3766	320.4935

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-159.5329	-359.3817	64.4929
1.65	211.4093	-160.1856	64.4929
3.00	322.5751	6.7376	64.4929
4.35	211.4093	174.5960	64.4929
5.75	-159.5329	359.3817	64.4929

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-203.1786	300.4460	69.6554
1.61	139.5252	188.6042	69.6554
3.00	279.0758	0.0000	69.6554
4.39	139.5252	-188.6042	69.6554
5.75	-203.1786	-300.4460	69.6554

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-159.5329	64.5586	366.5807
2.38	-111.7309	-14.5071	333.5134
4.45	-203.1786	-69.6554	300.4460

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-159.5329	-64.5586	366.5807
2.38	-111.7309	14.5071	333.5134
4.45	-203.1786	69.6554	300.4460

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-98.8875	-142.8123	41.9262
1.65	59.2226	-76.8616	43.7450
3.00	123.7673	-12.1107	45.4890
4.35	96.0666	62.5884	47.2331
5.75	-52.3423	152.7197	49.0519

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-43.5052	92.2768	22.2787
1.61	48.9444	43.9648	23.7439
3.00	75.6498	-5.6186	25.2477
4.39	33.2926	-55.2020	26.7515
5.75	-74.4076	-103.5140	28.2167

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-98.8875	61.2283	145.3899
2.38	-27.8761	10.2758	118.8333
4.45	-43.5052	-22.2787	92.2768

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-52.3423	-29.8423	156.6271
2.38	-33.2558	8.3862	130.0706
4.45	-74.4076	28.2167	103.5140

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-91.4793	-136.1839	40.0522
1.65	58.2483	-71.9744	41.8710
3.00	117.7323	-9.9961	43.6150
4.35	89.5266	60.5231	45.3591
5.75	-52.1364	144.8131	47.1779

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 6)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-43.8820	90.0436	21.4439
1.61	46.5311	43.1968	22.9091
3.00	73.2141	-4.8828	24.4129
4.39	32.9291	-52.9624	25.9167
5.75	-70.7373	-99.8092	27.3819

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-91.4793	56.6418	138.6761
2.38	-27.1727	8.4000	114.3599
4.45	-43.8820	-21.4439	90.0436

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-52.1364	-30.6771	148.4417
2.38	-31.3177	7.5514	124.1254
4.45	-70.7373	27.3819	99.8092

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-52.1364	-144.8131	47.1779
1.65	89.5266	-53.6426	45.3591
3.00	117.7323	15.9426	43.6150
4.35	58.2483	77.6663	41.8710
5.75	-91.4793	136.1839	40.0522

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-70.7373	99.8092	27.3819
1.61	32.9291	52.9624	25.9167
3.00	73.2141	4.8828	24.4129
4.39	46.5311	-43.1968	22.9091
5.75	-43.8820	-90.0436	21.4439

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-52.1364	30.6771	148.4417
2.38	-31.3177	-7.5514	124.1254
4.45	-70.7373	-27.3819	99.8092

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-91.4793	-56.6418	138.6761
2.38	-27.1727	-8.4000	114.3599
4.45	-43.8820	21.4439	90.0436

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-52.3423	-152.7197	49.0519
1.65	96.0666	-55.2265	47.2331
3.00	123.7673	18.4206	45.4890
4.35	59.2226	82.8333	43.7450
5.75	-98.8875	142.8123	41.9262

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-74.4076	103.5140	28.2167
1.61	33.2926	55.2020	26.7515
3.00	75.6498	5.6186	25.2477
4.39	48.9444	-43.9648	23.7439
5.75	-43.5052	-92.2768	22.2787

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-52.3423	29.8423	156.6271
2.38	-33.2558	-8.3862	130.0706
4.45	-74.4076	-28.2167	103.5140

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-98.8875	-61.2283	145.3899

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA

2.38	-27.8761	-10.2758	118.8333
4.45	-43.5052	22.2787	92.2768

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-72.2351	-144.1271	40.9842
1.65	77.1746	-64.3641	40.9842
3.00	122.1092	3.0611	40.9842
4.35	77.1746	70.8389	40.9842
5.75	-72.2351	144.1271	40.9842

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-57.1854	96.4109	21.5136
1.61	41.3720	48.8315	21.5136
3.00	75.3796	0.0000	21.5136
4.39	41.3720	-48.8315	21.5136
5.75	-57.1854	-96.4109	21.5136

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-72.2351	41.0259	147.2837
2.38	-32.2668	0.5572	121.8473
4.45	-57.1854	-21.5136	96.4109

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-72.2351	-41.0259	147.2837
2.38	-32.2668	-0.5572	121.8473
4.45	-57.1854	21.5136	96.4109

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-109.0477	-261.7933	29.4864
1.65	160.8965	-116.3734	29.4864
3.00	241.6545	4.9321	29.4864
4.35	160.8965	126.9395	29.4864
5.75	-109.0477	261.7933	29.4864

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-141.7623	216.2234	33.0231
1.61	105.6222	136.5011	33.0231
3.00	206.7605	0.0000	33.0231
4.39	105.6222	-136.5011	33.0231
5.75	-141.7623	-216.2234	33.0231

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-109.0477	29.5164	267.0962
2.38	-92.9615	-10.9523	241.6598
4.45	-141.7623	-33.0231	216.2234

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-109.0477	-29.5164	267.0962
2.38	-92.9615	10.9523	241.6598
4.45	-141.7623	33.0231	216.2234

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-75.6352	-153.8510	40.4870
1.65	83.7506	-68.6767	40.4870
3.00	131.6572	3.2165	40.4870
4.35	83.7506	75.4900	40.4870
5.75	-75.6352	153.8510	40.4870

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-62.6511	106.3109	22.0114
1.61	46.0266	53.8458	22.0114
3.00	83.5263	0.0000	22.0114
4.39	46.0266	-53.8458	22.0114
5.75	-62.6511	-106.3109	22.0114

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-75.6352	40.5282	157.1837
2.38	-36.6997	0.0594	131.7473
4.45	-62.6511	-22.0114	106.3109

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-75.6352	-40.5282	157.1837
2.38	-36.6997	-0.0594	131.7473
4.45	-62.6511	22.0114	106.3109

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-75.2592	-144.1377	48.2927
1.65	74.2893	-64.4915	48.2927
3.00	119.3245	3.0672	48.2927
4.35	74.2893	70.9698	48.2927
5.75	-75.2592	144.1377	48.2927

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-59.1267	96.4109	28.3077
1.61	39.4307	48.8315	28.3077
3.00	73.4383	0.0000	28.3077
4.39	39.4307	-48.8315	28.3077
5.75	-59.1267	-96.4109	28.3077

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-75.2592	48.3418	147.2837
2.38	-27.4299	0.8181	121.8473
4.45	-59.1267	-28.3077	96.4109

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-75.2592	-48.3418	147.2837
2.38	-27.4299	-0.8181	121.8473
4.45	-59.1267	28.3077	96.4109

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-127.7426	-310.7499	32.4651
1.65	192.4946	-138.1499	32.4651
3.00	288.2661	5.7171	32.4651
4.35	192.4946	150.4216	32.4651
5.75	-127.7426	310.7499	32.4651

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-177.3617	266.0609	44.1515
1.61	129.7522	170.7386	44.1515
3.00	256.7595	0.0000	44.1515
4.39	129.7522	-170.7386	44.1515
5.75	-177.3617	-266.0609	44.1515

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-127.7426	32.4981	316.9337
2.38	-112.7892	-15.0257	291.4973
4.45	-177.3617	-44.1515	266.0609

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-127.7426	-32.4981	316.9337
2.38	-112.7892	15.0257	291.4973
4.45	-177.3617	44.1515	266.0609

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-120.5719	-286.1137	35.5518
1.65	174.4513	-127.2823	35.5518
3.00	262.7397	5.3264	35.5518
4.35	174.4513	138.6980	35.5518

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

5.75 -120.5719 286.1137 35.5518

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-157.3681	240.9734	41.0616
1.61	115.3174	149.0368	41.0616
3.00	225.1859	0.0000	41.0616
4.39	115.3174	-149.0368	41.0616
5.75	-157.3681	-240.9734	41.0616

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-120.5719	35.5879	291.8462
2.38	-99.2070	-11.9358	266.4098
4.45	-157.3681	-41.0616	240.9734

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-120.5719	-35.5879	291.8462
2.38	-99.2070	11.9358	266.4098
4.45	-157.3681	41.0616	240.9734

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-120.0079	-271.5438	47.2603
1.65	160.2593	-121.0045	47.2603
3.00	244.2406	5.1025	47.2603
4.35	160.2593	131.9177	47.2603
5.75	-120.0079	271.5438	47.2603

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-152.0814	226.1234	50.5061
1.61	105.4235	141.5154	50.5061
3.00	210.0539	0.0000	50.5061
4.39	105.4235	-141.5154	50.5061
5.75	-152.0814	-226.1234	50.5061

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-120.0079	47.3084	276.9962
2.38	-85.3023	-10.7978	251.5598
4.45	-152.0814	-50.5061	226.1234

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.30	-120.0079	-47.3084	276.9962
2.38	-85.3023	10.7978	251.5598
4.45	-152.0814	50.5061	226.1234

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	α [kPa]
0.25	98
1.65	88
3.00	83
4.35	88
5.75	98

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	α [kPa]
0.25	197
1.65	169
3.00	157
4.35	169
5.75	197

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	α [kPa]
0.25	182
1.65	157
3.00	146
4.35	157
5.75	182

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	α [kPa]
0.25	173
1.65	150
3.00	140
4.35	150
5.75	173

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	α [kPa]
0.25	62
1.65	62
3.00	66
4.35	77
5.75	94

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	α [kPa]
0.25	60
1.65	59
3.00	62
4.35	72
5.75	87

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	α [kPa]
0.25	87
1.65	72
3.00	62
4.35	59
5.75	60

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	α [kPa]
0.25	94
1.65	77
3.00	66
4.35	62
5.75	62

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	α [kPa]
0.25	76
1.65	67
3.00	64
4.35	67
5.75	76

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	α [kPa]
0.25	127
1.65	110
3.00	103
4.35	110
5.75	127

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	σ_1 [kPa]
0.25	80
1.65	71
3.00	67
4.35	71
5.75	80

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	σ_1 [kPa]
0.25	76
1.65	67
3.00	64
4.35	67
5.75	76

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	σ_1 [kPa]
0.25	148
1.65	128
3.00	119
4.35	128
5.75	148

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	σ_1 [kPa]
0.25	138
1.65	119
3.00	111
4.35	119
5.75	138

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	σ_1 [kPa]
0.25	131
1.65	113
3.00	106
4.35	113
5.75	131

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	UXmin [cm]	UXmax [cm]	UYmin [cm]	UYmax [cm]
0.25	-0.2749	0.2762	0.2991	0.9826
1.65	-0.2752	0.2759	0.2960	0.8447
3.00	-0.2756	0.2756	0.3092	0.7869
4.35	-0.2759	0.2752	0.2960	0.8447
5.67	-0.2762	0.2749	0.2991	0.9826

Inviluppo spostamenti trasverso

X [m]	UXmin [cm]	UXmax [cm]	UYmin [cm]	UYmax [cm]
0.25	-0.4319	0.4328	0.3021	0.9929
1.61	-0.4321	0.4326	0.3771	1.1717
3.00	-0.4324	0.4324	0.4297	1.2646
4.39	-0.4326	0.4321	0.3771	1.1717
5.75	-0.4328	0.4319	0.3021	0.9929

Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

Y [m]	UXmin [cm]	UXmax [cm]	UYmin [cm]	UYmax [cm]
0.30	-0.2749	0.2762	0.2991	0.9826
2.38	-0.3785	0.3315	0.3007	0.9880
4.45	-0.4319	0.4328	0.3021	0.9929

Inviluppo spostamenti piedritto destro

Y [m]	UXmin [cm]	UXmax [cm]	UYmin [cm]	UYmax [cm]
0.30	-0.2762	0.2749	0.2991	0.9826
2.38	-0.3315	0.3785	0.3007	0.9880
4.45	-0.4328	0.4319	0.3021	0.9929

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]	Vmin [kN]	Vmax [kN]	Nmin [kN]	Nmax [kN]
0.25	-169.29	-52.14	-412.31	-136.18	29.49	64.49
1.65	58.25	255.58	-183.30	-53.64	29.49	64.49
3.00	117.73	382.64	-12.11	18.42	29.49	64.49
4.35	58.25	255.58	60.52	199.55	29.49	64.49
5.75	-169.29	-52.14	136.18	412.31	29.49	64.49

Inviluppo sollecitazioni trasverso

X [m]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]	Vmin [kN]	Vmax [kN]	Nmin [kN]	Nmax [kN]
0.25	-236.87	-43.51	90.04	354.36	21.44	69.66
1.61	32.93	172.81	43.20	228.06	21.51	69.66
3.00	73.21	342.57	-5.62	5.62	21.51	69.66
4.39	32.93	172.81	-228.06	-43.20	21.51	69.66
5.75	-236.87	-43.51	-354.36	-90.04	21.44	69.66

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]	Vmin [kN]	Vmax [kN]	Nmin [kN]	Nmax [kN]
0.30	-169.29	-52.14	29.52	64.56	138.68	420.50
2.38	-149.93	-27.17	-20.27	10.28	114.36	387.43
4.45	-236.87	-43.51	-69.66	-21.44	90.04	354.36

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]	Vmin [kN]	Vmax [kN]	Nmin [kN]	Nmax [kN]
0.30	-169.29	-52.14	-64.56	-29.52	138.68	420.50
2.38	-149.93	-27.17	-10.28	20.27	114.36	387.43
4.45	-236.87	-43.51	21.44	69.66	90.04	354.36

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{min} [kPa]	σ_{max} [kPa]
0.25	60	197
1.65	59	169
3.00	62	157
4.35	59	169
5.75	60	197

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

<i>IC</i>	Indice della combinazione
<i>Nc, Nq, Ng</i>	Fattori di capacità portante
<i>Nc, Nq, Ng</i>	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
<i>qu</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]
<i>Qu</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
<i>Qy</i>	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
<i>FS</i>	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	Nc	Nq	Ny	N'c	N'q	N'y	qu	Qu	Qy	FS
1	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	5372	32229.28	488.12	66.03
2	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	5372	32229.28	946.17	34.06
3	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	5372	32229.28	878.43	36.69
4	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	5372	32229.28	838.34	38.44
5	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	5013	30076.48	386.49	77.82
6	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	5046	30277.98	364.46	83.08
7	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	5046	30277.98	364.46	83.08
8	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	5013	30076.48	386.49	77.82

7.2 ST03

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	8.40	[m]
Larghezza esterna	11.80	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.90	[m]
Spessore piedritto destro	0.90	[m]
Spessore fondazione	1.00	[m]
Spessore trasverso	0.90	[m]

Caratteristiche strati terreno

<u>Strato di ricoprimento</u>		
Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	3.00	[m]
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
<u>Strato di rinfianco</u>		
Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	23.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	10	[kPa/cm]
<u>Strato di base</u>		
Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	18.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	37.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	20.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	200	[kPa/cm]
Tensione limite	500	[kPa]

Caratteristiche materiali utilizzati

<u>Materiale calcestruzzo</u>		
R_{ck} calcestruzzo	30000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	31476000	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls tesoro/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

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 anteriori
 Assisse X (espresso in m) positive verso destra
 Ordinate Y (espresso in m) positive verso l'alto
 Carichi concentrati espressi in kN
 Coppie concentrate espressi in kNm
 Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

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

Forze distribuite
 X_i, X_f ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
 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_{se} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
 D_{si} variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (Condizione 1)

Distr	Traverso	X _i = 3.30	X _f = 8.50	V _{ni} = 30.00	V _{nf} = 30.00	V _{ti} = 0.00	V _{tf} = 0.00
Distr	Traverso	X _i = 2.10	X _f = 3.30	V _{ni} = 15.00	V _{nf} = 15.00	V _{ti} = 0.00	V _{tf} = 0.00
Distr	Traverso	X _i = 8.50	X _f = 9.70	V _{ni} = 15.00	V _{nf} = 15.00	V _{ti} = 0.00	V _{tf} = 0.00

Condizione di carico n° 8 (Condizione 4)

Distr	Traverso	X _i = 0.00	X _f = 9.60	V _{ni} = 9.00	V _{nf} = 9.00	V _{ti} = 0.00	V _{tf} = 0.00
-------	----------	-----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

Condizione di carico n° 9 (Condizione 5)

Distr	Pied_S	Y _i = 0.00	Y _f = 8.20	V _{ni} = 8.50	V _{nf} = 8.50	V _{ti} = 0.00	V _{tf} = 0.00
Distr	Pied_D	Y _i = 0.00	Y _f = 8.20	V _{ni} = -8.50	V _{nf} = -8.50	V _{ti} = 0.00	V _{tf} = 0.00

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

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

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

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

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

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

con:

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

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

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

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

Verifiche secondo:

Norme Tecniche 2018 - Approccio 1

Copri ferro sezioni 6.60 [cm]

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA

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 2018

Simbologia adottata

γ_{G1fav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole 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 staticheCoefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.30	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0.80	0.80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15
Termici	Favorevole	γ_{dfav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{dsfav}	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2
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_r	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismicheCoefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2
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_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	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_{dfav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{dsfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2
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_r	1.00	1.00

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 1	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Condizione 4	Sfavorevole	1.35	0.40	0.54
Condizione 5	Sfavorevole	1.50	0.40	0.60

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)

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

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 1	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Condizione 4	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Condizione 5	Sfavorevole	1.50	0.40	0.60

Combinazione n° 4 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 1	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Condizione 4	Sfavorevole	1.35	0.40	0.54
Condizione 5	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1) - 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
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Caso A1-M1) - 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
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Caso A1-M1) - 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
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU (Caso A1-M1) - 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
Sisma da destra	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

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

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
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

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
Condizione 5	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

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
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40
Condizione 5	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

Combinazione n° 14 SLE (Rara)

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

	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
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Condizione 5	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

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
Condizione 5	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

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
 I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**
 Metodo di calcolo della portanza

Pressione geostatica

Terzaghi

Spinta sui piedritti

- Attiva [combinazione 1]
- Attiva [combinazione 2]
- Attiva [combinazione 3]
- Attiva [combinazione 4]
- Attiva [combinazione 5]
- Attiva [combinazione 6]
- Attiva [combinazione 7]
- Attiva [combinazione 8]
- Attiva [combinazione 9]
- Attiva [combinazione 10]
- Attiva [combinazione 11]
- Attiva [combinazione 12]
- Attiva [combinazione 13]
- Attiva [combinazione 14]
- Attiva [combinazione 15]

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g = 0.72$ [m/s²]
 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) $k_h = (a_g/g) \cdot \beta_m \cdot St \cdot S_s = 8.81$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 \cdot k_h = 4.40$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g = 0.00$ [m/s²]
 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) $k_h = (a_g/g) \cdot \beta_m \cdot St \cdot S_s = 0.00$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 \cdot k_h = 0.00$
 Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Spinta sismica

Mononobe-Okabe

Angolo diffusione sovraccarico

35.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.244	0.000
2	0.244	0.000
3	0.244	0.000
4	0.244	0.000
5	0.244	0.310
6	0.244	0.289
7	0.244	0.289
8	0.244	0.310
9	0.244	0.000
10	0.244	0.000
11	0.244	0.000

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

12	0.244	0.000
13	0.244	0.000
14	0.244	0.000
15	0.244	0.000

<u>Discretizzazione strutturale</u>	
Numero elementi fondazione	112
Numero elementi trasverso	62
Numero elementi piedritto sinistro	76
Numero elementi piedritto destro	76
Numero molle fondazione	113
Numero molle piedritto sinistro	77
Numero molle piedritto destro	77

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0741000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0741000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0166724 [MPa]	Pressione inf. 0.0633550 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0166724 [MPa]	Pressione inf. 0.0633550 [MPa]

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0741000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0741000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0166724 [MPa]	Pressione inf. 0.0633550 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0166724 [MPa]	Pressione inf. 0.0633550 [MPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0741000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0741000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0166724 [MPa]	Pressione inf. 0.0633550 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0166724 [MPa]	Pressione inf. 0.0633550 [MPa]

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0741000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0741000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0166724 [MPa]	Pressione inf. 0.0633550 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0166724 [MPa]	Pressione inf. 0.0633550 [MPa]

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0570000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0570000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0080572 [MPa]	Pressione inf. 0.0080572 [MPa]
--------------------	--------------------------------	--------------------------------

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0570000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0570000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0054078 [MPa]	Pressione inf. 0.0054078 [MPa]
--------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0570000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0570000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 0.0054078 [MPa]	Pressione inf. 0.0054078 [MPa]
------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0570000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0570000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 0.0080572 [MPa]	Pressione inf. 0.0080572 [MPa]
------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0570000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0570000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]

Analisi della combinazione n° 10

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0570000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0570000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0570000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0570000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]

Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0570000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0570000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0570000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0570000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]

Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0570000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0570000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]

Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0570000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Xi	Xj	Q[MPa]
-13.85	25.65	0.0570000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0128249 [MPa]	Pressione inf. 0.0487346 [MPa]

Spostamenti

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.003	1.153
3.15	0.002	0.842
5.90	0.000	0.695
8.65	-0.002	0.842
11.35	-0.003	1.153

Spostamenti traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.002	1.170
3.13	0.001	1.482
5.90	0.000	1.641
8.68	-0.001	1.480
11.35	-0.002	1.170

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.003	1.153
4.22	-0.171	1.162
7.95	0.002	1.170

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	-0.003	1.153
4.22	0.171	1.162
7.95	-0.002	1.170

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.010	1.367
3.15	0.008	0.979
5.90	0.006	0.795
8.65	0.005	0.970
11.35	0.003	1.347

Spostamenti traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	-0.004	1.388
3.13	-0.005	1.804
5.90	-0.007	2.018
8.68	-0.008	1.792
11.35	-0.010	1.369

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.010	1.367
4.22	-0.225	1.378
7.95	-0.004	1.388

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.003	1.347
4.22	0.224	1.359
7.95	-0.010	1.369

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.020	1.382
3.15	0.018	0.987
5.90	0.016	0.796
8.65	0.014	0.964

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA

11.35 0.013 1.333

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 3)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	-0.014	1.404
3.13	-0.015	1.810
5.90	-0.017	2.013
8.68	-0.018	1.781
11.35	-0.019	1.355

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.020	1.382
4.22	-0.224	1.394
7.95	-0.014	1.404

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.013	1.333
4.22	0.222	1.345
7.95	-0.019	1.355

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.010	1.316
3.15	0.008	0.952
5.90	0.006	0.777
8.65	0.004	0.942
11.35	0.002	1.297

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 4)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	-0.003	1.337
3.13	-0.005	1.720
5.90	-0.007	1.918
8.68	-0.008	1.708
11.35	-0.010	1.317

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.010	1.316
4.22	-0.201	1.327
7.95	-0.003	1.337

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.002	1.297
4.22	0.200	1.308
7.95	-0.010	1.317

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	1.423	0.894
3.15	1.422	0.662
5.90	1.420	0.552
8.65	1.418	0.668
11.35	1.417	0.906

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 5)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	1.438	0.908
3.13	1.436	1.144
5.90	1.435	1.267
8.68	1.434	1.147
11.35	1.433	0.919

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	1.423	0.894
4.22	1.306	0.901
7.95	1.438	0.908

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
-------	---------------------	---------------------

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	<i>Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA</i>	

0.50	1.417	0.906
4.22	1.546	0.913
7.95	1.433	0.919

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	1.206	0.854
3.15	1.204	0.630
5.90	1.203	0.524
8.65	1.201	0.634
11.35	1.199	0.863

Spostamenti traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	1.217	0.867
3.13	1.216	1.098
5.90	1.215	1.217
8.68	1.213	1.099
11.35	1.212	0.876

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	1.206	0.854
4.22	1.089	0.861
7.95	1.217	0.867

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	1.199	0.863
4.22	1.324	0.870
7.95	1.212	0.876

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	-1.199	0.863
3.15	-1.201	0.634
5.90	-1.203	0.524
8.65	-1.204	0.630
11.35	-1.206	0.854

Spostamenti traverso (Combinazione n° 7)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	-1.212	0.876
3.13	-1.213	1.100
5.90	-1.215	1.217
8.68	-1.216	1.097
11.35	-1.217	0.867

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	-1.199	0.863
4.22	-1.324	0.870
7.95	-1.212	0.876

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	-1.206	0.854
4.22	-1.089	0.861
7.95	-1.217	0.867

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	-1.417	0.906
3.15	-1.418	0.668
5.90	-1.420	0.552
8.65	-1.422	0.662
11.35	-1.423	0.894

Spostamenti traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	-1.433	0.919
3.13	-1.434	1.148
5.90	-1.435	1.267
8.68	-1.436	1.143
11.35	-1.438	0.908

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	-1.417	0.906
4.22	-1.546	0.913
7.95	-1.433	0.919

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	-1.423	0.894
4.22	-1.306	0.901
7.95	-1.438	0.908

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.003	0.887
3.15	0.001	0.648
5.90	0.000	0.534
8.65	-0.001	0.648
11.35	-0.003	0.887

Spostamenti traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.002	0.900
3.13	0.001	1.140
5.90	0.000	1.263
8.68	-0.001	1.139
11.35	-0.002	0.900

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.003	0.887
4.22	-0.132	0.894
7.95	0.002	0.900

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	-0.003	0.887
4.22	0.132	0.894
7.95	-0.002	0.900

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.002	0.986
3.15	0.001	0.710
5.90	0.000	0.581
8.65	-0.001	0.710
11.35	-0.002	0.986

Spostamenti traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.002	1.001
3.13	0.001	1.296
5.90	0.000	1.449
8.68	-0.001	1.295
11.35	-0.002	1.001

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.002	0.986
4.22	-0.161	0.994
7.95	0.002	1.001

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	-0.002	0.986
4.22	0.161	0.994
7.95	-0.002	1.001

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.007	0.916
3.15	0.006	0.665
5.90	0.005	0.545

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

8.65	0.003	0.658
11.35	0.002	0.902

Spostamenti traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	-0.003	0.930
3.13	-0.004	1.177
5.90	-0.005	1.302
8.68	-0.006	1.168
11.35	-0.007	0.916

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.007	0.916
4.22	-0.138	0.924
7.95	-0.003	0.930

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.002	0.902
4.22	0.137	0.909
7.95	-0.007	0.916

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.003	0.884
3.15	0.001	0.648
5.90	0.000	0.536
8.65	-0.001	0.648
11.35	-0.003	0.884

Spostamenti traverso (Combinazione n° 12)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.002	0.897
3.13	0.001	1.134
5.90	0.000	1.255
8.68	-0.001	1.133
11.35	-0.002	0.897

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.003	0.884
4.22	-0.127	0.891
7.95	0.002	0.897

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 12)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	-0.003	0.884
4.22	0.127	0.891
7.95	-0.002	0.897

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.007	1.045
3.15	0.006	0.749
5.90	0.005	0.609
8.65	0.003	0.742
11.35	0.002	1.031

Spostamenti traverso (Combinazione n° 13)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	-0.003	1.062
3.13	-0.004	1.379
5.90	-0.005	1.542
8.68	-0.006	1.370
11.35	-0.007	1.047

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.007	1.045
4.22	-0.172	1.054
7.95	-0.003	1.062

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 13)

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.002	1.031
4.22	0.171	1.040
7.95	-0.007	1.047

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.015	1.057
3.15	0.013	0.755
5.90	0.012	0.609
8.65	0.011	0.738
11.35	0.009	1.021

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 14)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	-0.010	1.073
3.13	-0.011	1.383
5.90	-0.012	1.539
8.68	-0.013	1.362
11.35	-0.014	1.037

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.015	1.057
4.22	-0.172	1.066
7.95	-0.010	1.073

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 14)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.009	1.021
4.22	0.170	1.029
7.95	-0.014	1.037

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	0.008	1.008
3.15	0.006	0.729
5.90	0.005	0.595
8.65	0.003	0.722
11.35	0.002	0.994

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 15)

X [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.45	-0.002	1.024
3.13	-0.004	1.318
5.90	-0.005	1.469
8.68	-0.006	1.309
11.35	-0.007	1.010

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.008	1.008
4.22	-0.155	1.017
7.95	-0.002	1.024

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 15)

Y [m]	u _x [cm]	u _y [cm]
0.50	0.002	0.994
4.22	0.155	1.002
7.95	-0.007	1.010

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-772.0076	-763.5073	192.8646
3.15	670.6934	-313.2857	192.8646
5.90	1093.2397	6.8099	192.8646
8.65	670.6934	329.7913	192.8646
11.35	-772.0076	763.5073	192.8646

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-665.2605	560.1777	112.8042
3.13	466.4879	284.8610	112.8042
5.90	861.2239	0.0000	112.8042
8.68	463.0894	-286.0847	112.8042
11.35	-665.2605	-560.1777	112.8042

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-772.0076	192.8830	773.8803
4.22	-431.9865	1.3748	667.0290
7.95	-665.2605	-112.8042	560.1777

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-772.0076	-192.8830	773.8803
4.22	-431.9865	-1.3748	667.0290
7.95	-665.2605	112.8042	560.1777

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-895.0930	-917.0835	197.9136
3.15	830.9061	-372.9590	197.9136
5.90	1330.5638	9.2219	197.9136
8.65	825.3183	392.4439	197.9136
11.35	-892.5329	909.9229	197.9136

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-901.1053	715.6802	148.3950
3.13	619.0211	406.5171	148.3950
5.90	1186.0405	-0.5845	148.3950
8.68	610.9187	-409.2087	148.3950
11.35	-900.0346	-708.3443	148.3950

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-895.0930	197.9676	929.3828
4.22	-572.9765	-13.7186	822.5315
7.95	-901.1053	-148.3760	715.6802

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-892.5329	-197.8973	922.0468
4.22	-571.2165	13.9986	815.1955
7.95	-900.0346	148.3951	708.3443

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-899.4391	-923.3965	199.1853
3.15	834.6344	-373.0899	199.1853
5.90	1330.7751	11.3686	199.1853
8.65	820.6759	393.1552	199.1853
11.35	-893.0299	905.4998	199.1853

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-894.7283	722.1315	147.1120
3.13	619.2043	398.6487	147.1120
5.90	1172.9739	-1.4637	147.1120
8.68	606.3013	-403.1252	147.1120
11.35	-892.0782	-703.7965	147.1120

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-899.4391	199.2927	935.8341
4.22	-571.9774	-12.2212	828.9828
7.95	-894.7283	-147.0437	722.1315

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-893.0299	-199.1157	917.4990
4.22	-567.5675	12.9258	810.6477
7.95	-892.0782	147.1121	703.7965

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-891.1299	-885.1392	230.1553
3.15	778.1312	-361.5608	230.1553
5.90	1262.9627	9.0453	230.1553
8.65	772.5404	380.5082	230.1553
11.35	-888.5729	877.9778	230.1553

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-865.0244	683.2807	171.9974
3.13	570.9955	379.3247	171.9974
5.90	1099.2064	-0.5841	171.9974
8.68	563.2197	-381.9551	171.9974
11.35	-863.9488	-675.9438	171.9974

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-891.1299	230.2123	896.9832
4.22	-501.2179	-9.4040	790.1320
7.95	-865.0244	-171.9805	683.2807

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-888.5729	-230.1422	889.6464
4.22	-499.4589	9.6830	782.7951
7.95	-863.9488	171.9974	675.9438

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-632.4542	-597.7862	177.9676
3.15	502.1009	-247.9750	183.8083
5.90	838.6986	4.4138	189.7358
8.65	506.2954	260.4508	195.6633
11.35	-632.1248	601.6714	201.5040

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-524.4220	434.2067	117.2379
3.13	351.5091	219.8219	122.4433
5.90	653.3550	-1.9950	127.8292
8.68	337.7813	-224.7646	133.2382
11.35	-546.1669	-438.1966	138.4206

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-632.4542	185.7818	605.8323
4.22	-296.2492	4.6078	520.0195
7.95	-524.4220	-117.2379	434.2067

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-632.1248	-193.7259	609.8222
4.22	-283.8255	-0.9259	524.0094
7.95	-546.1669	131.2714	438.1966

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-600.9425	-573.1624	166.8646
3.15	485.7455	-237.1837	172.7052
5.90	806.8419	4.6636	178.6327
8.65	487.2481	249.8147	184.5602

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA

11.35 -604.3737 576.9033 190.4009

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-511.0047	423.6998	109.7974
3.13	343.7545	214.5204	115.0029
5.90	638.3711	-1.9105	120.3888
8.68	330.5600	-219.2711	125.7978
11.35	-531.8291	-427.5208	130.9802

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-600.9425	173.4838	580.8473
4.22	-292.1661	2.1790	502.2736
7.95	-511.0047	-109.7974	423.6998

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-604.3737	-183.8156	584.6683
4.22	-278.1464	0.7723	506.0945
7.95	-531.8291	124.9314	427.5208

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-604.3737	-576.9033	190.4009
3.15	487.2481	-237.3816	184.5602
5.90	806.8419	5.6011	178.6327
8.65	485.7455	249.5317	172.7052
11.35	-600.9425	573.1624	166.8646

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-531.8291	427.5208	130.9802
3.13	333.1649	218.3414	125.7747
5.90	638.3711	1.9105	120.3888
8.68	341.1951	-215.4501	114.9798
11.35	-511.0047	-423.6998	109.7974

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-604.3737	183.8156	584.6683
4.22	-278.1464	-0.7723	506.0945
7.95	-531.8291	-124.9314	427.5208

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-600.9425	-173.4838	580.8473
4.22	-292.1661	-2.1790	502.2736
7.95	-511.0047	109.7974	423.6998

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-632.1248	-601.6714	201.5040
3.15	506.2954	-247.3589	195.6633
5.90	838.6986	6.4164	189.7358
8.65	502.1009	260.9617	183.8083
11.35	-632.4542	597.7862	177.9676

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-546.1669	438.1966	138.4206
3.13	340.4514	223.8118	133.2151
5.90	653.3550	1.9950	127.8292
8.68	348.8865	-220.7747	122.4202
11.35	-524.4220	-434.2067	117.2379

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-632.1248	193.7259	609.8222
4.22	-283.8255	0.9259	524.0094
7.95	-546.1669	-131.2714	438.1966

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

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

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA

0.50	-632.4542	-185.7818	605.8323
4.22	-296.2492	-4.6078	520.0195
7.95	-524.4220	117.2379	434.2067

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-593.8520	-587.3133	148.3574
3.15	515.9180	-240.9890	148.3574
5.90	840.9536	5.2384	148.3574
8.65	515.9180	253.6856	148.3574
11.35	-593.8520	587.3133	148.3574

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-511.7388	430.9060	86.7725
3.13	358.8368	219.1239	86.7725
5.90	662.4799	0.0000	86.7725
8.68	356.2226	-220.0651	86.7725
11.35	-511.7388	-430.9060	86.7725

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-593.8520	148.3715	595.2925
4.22	-332.2973	1.0576	513.0992
7.95	-511.7388	-86.7725	430.9060

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-593.8520	-148.3715	595.2925
4.22	-332.2973	-1.0576	513.0992
7.95	-511.7388	86.7725	430.9060

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-645.0321	-658.4226	141.1528
3.15	596.2962	-268.9830	141.1528
5.90	958.5580	5.6957	141.1528
8.65	596.2962	282.9085	141.1528
11.35	-645.0321	658.4226	141.1528

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-621.7984	502.9060	95.4056
3.13	435.6834	279.5524	95.4056
5.90	825.5703	0.0000	95.4056
8.68	432.3490	-280.6276	95.4056
11.35	-621.7984	-502.9060	95.4056

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-645.0321	141.1662	667.2925
4.22	-411.2548	-6.8452	585.0992
7.95	-621.7984	-95.4056	502.9060

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-645.0321	-141.1662	667.2925
4.22	-411.2548	6.8452	585.0992
7.95	-621.7984	95.4056	502.9060

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-607.3706	-606.2337	147.3828
3.15	535.6223	-247.2742	147.3828
5.90	867.1924	6.4007	147.3828
8.65	531.4860	260.5311	147.3828
11.35	-605.4714	600.9304	147.3828

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-533.0516	450.0926	88.0518
3.13	376.0022	228.6676	88.0518
5.90	692.2696	-0.4334	88.0518
8.68	370.8616	-230.5185	88.0518
11.35	-532.2631	-444.6594	88.0518

CA316351

Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-607.3706	147.4229	614.4791
4.22	-349.3482	0.0402	532.2859
7.95	-533.0516	-88.0357	450.0926

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-605.4714	-147.3707	609.0459
4.22	-348.0435	0.1682	526.8526
7.95	-532.2631	88.0518	444.6594

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-602.3273	-587.3375	161.2461
3.15	508.5374	-241.5221	161.2461
5.90	834.4296	5.2511	161.2461
8.65	508.5374	254.2253	161.2461
11.35	-602.3273	587.3375	161.2461

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-517.7137	430.9060	98.9895
3.13	352.8620	219.1239	98.9895
5.90	656.5051	0.0000	98.9895
8.68	350.2478	-220.0651	98.9895
11.35	-517.7137	-430.9060	98.9895

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-602.3273	161.2615	595.2925
4.22	-316.1963	1.3948	513.0992
7.95	-517.7137	-98.9895	430.9060

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-602.3273	-161.2615	595.2925
4.22	-316.1963	-1.3948	513.0992
7.95	-517.7137	98.9895	430.9060

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-684.0845	-701.0708	150.6653
3.15	635.4142	-285.1322	150.6653
5.90	1017.4741	7.0237	150.6653
8.65	631.2749	300.0350	150.6653
11.35	-682.1884	695.7666	150.6653

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-685.7750	546.0930	111.7785
3.13	472.4882	309.2395	111.7785
5.90	903.7487	-0.4329	111.7785
8.68	466.3898	-311.2681	111.7785
11.35	-684.9816	-540.6589	111.7785

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-684.0845	150.7057	710.4796
4.22	-438.5233	-10.1602	628.2863
7.95	-685.7750	-111.7646	546.0930

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-682.1884	-150.6536	705.0455
4.22	-437.2197	10.3676	622.8522
7.95	-684.9816	111.7785	540.6589

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-687.3042	-705.7470	151.6072
3.15	638.1756	-285.2292	151.6072
5.90	1017.6307	8.6137	151.6072

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

8.65	627.8364	300.5618	151.6072
11.35	-682.5561	692.4903	151.6072

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-681.0509	550.8717	110.8280
3.13	472.6241	303.4110	110.8280
5.90	894.0698	-1.0843	110.8280
8.68	462.9693	-306.7619	110.8280
11.35	-679.0883	-537.2902	110.8280

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-682.3042	151.6872	715.2583
4.22	-437.7833	-9.0510	633.0650
7.95	-681.0509	-110.7776	550.8717

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-682.5561	-151.5561	701.6768
4.22	-434.5167	9.5730	619.4835
7.95	-679.0883	110.8281	537.2902

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-679.7365	-677.4043	172.4000
3.15	597.5517	-276.6003	172.4000
5.90	968.4866	6.8907	172.4000
8.65	593.4104	291.1038	172.4000
11.35	-677.8424	672.0996	172.4000

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-658.0524	522.0933	127.2256
3.13	437.9096	289.0969	127.2256
5.90	840.4229	-0.4326	127.2256
8.68	432.0529	-291.0803	127.2256
11.35	-657.2557	-516.6586	127.2256

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-679.7365	172.4423	686.4799
4.22	-388.0523	-7.0205	604.2866
7.95	-658.0524	-127.2132	522.0933

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.50	-677.8424	-172.3904	681.0452
4.22	-386.7493	7.2271	598.8519
7.95	-657.2557	127.2257	516.6586

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	α [kPa]
0.45	231
3.15	168
5.90	139
8.65	168
11.35	231

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	α [kPa]
0.45	273
3.15	196
5.90	159
8.65	194
11.35	269

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	α [kPa]
0.45	276
3.15	197
5.90	159
8.65	193
11.35	267

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	α [kPa]
0.45	263
3.15	190
5.90	155
8.65	188
11.35	259

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	α [kPa]
0.45	179
3.15	132
5.90	110
8.65	134
11.35	181

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	α [kPa]
0.45	171
3.15	126
5.90	105
8.65	127
11.35	173

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	α [kPa]
0.45	173
3.15	127
5.90	105
8.65	126
11.35	171

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	α [kPa]
0.45	181
3.15	134
5.90	110
8.65	132
11.35	179

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	α [kPa]
0.45	177
3.15	130
5.90	107
8.65	130
11.35	177

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	α [kPa]
0.45	197
3.15	142
5.90	116
8.65	142
11.35	197

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	σ [kPa]
0.45	183
3.15	133
5.90	109
8.65	132
11.35	180

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	σ [kPa]
0.45	177
3.15	130
5.90	107
8.65	130
11.35	177

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	σ [kPa]
0.45	209
3.15	150
5.90	122
8.65	148
11.35	206

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	σ [kPa]
0.45	211
3.15	151
5.90	122
8.65	148
11.35	204

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	σ [kPa]
0.45	202
3.15	146
5.90	119
8.65	144
11.35	199

CA351 S.S. 130 "Iglesiente". Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		 GRUPPO FS ITALIANE
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0.45	-1.4167	1.4233	0.8539	1.3820
3.15	-1.4184	1.4218	0.6297	0.9869
5.90	-1.4201	1.4201	0.5235	0.7960
8.65	-1.4218	1.4184	0.6297	0.9699
11.26	-1.4233	1.4167	0.8539	1.3471

Inviluppo spostamenti traverso

X [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0.45	-1.4327	1.4376	0.8671	1.4038
3.13	-1.4339	1.4364	1.0978	1.8097
5.90	-1.4352	1.4352	1.2173	2.0180
8.68	-1.4364	1.4339	1.0969	1.7918
11.35	-1.4376	1.4327	0.8671	1.3685

Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

Y [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0.50	-1.4167	1.4233	0.8539	1.3820
4.22	-1.5462	1.3059	0.8610	1.3936
7.95	-1.4327	1.4376	0.8671	1.4038

Inviluppo spostamenti piedritto destro

Y [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0.50	-1.4233	1.4167	0.8539	1.3471
4.22	-1.3059	1.5462	0.8610	1.3585
7.95	-1.4376	1.4327	0.8671	1.3685

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]
0.45	-899.44	-593.85	-923.40	-573.16	141.15	230.16
3.15	485.75	834.63	-373.09	-237.18	141.15	230.16
5.90	806.84	1330.78	4.41	11.37	141.15	230.16
8.65	485.75	825.32	249.53	393.16	141.15	230.16
11.35	-893.03	-593.85	573.16	909.92	141.15	230.16

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.45	-901.11	-511.00	423.70	722.13	86.77	172.00
3.13	333.16	619.20	214.52	406.52	86.77	172.00
5.90	638.37	1186.04	-1.99	1.99	86.77	172.00
8.68	330.56	610.92	-409.21	-215.45	86.77	172.00
11.35	-900.03	-511.00	-708.34	-423.70	86.77	172.00

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.50	-899.44	-593.85	141.17	230.21	580.85	935.83
4.22	-572.98	-278.15	-13.72	4.61	502.27	828.98
7.95	-901.11	-511.00	-171.98	-86.77	423.70	722.13

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.50	-893.03	-593.85	-230.14	-141.17	580.85	922.05
4.22	-571.22	-278.15	-4.61	14.00	502.27	815.20
7.95	-900.03	-511.00	86.77	172.00	423.70	708.34

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ _{min} [kPa]	σ _{max} [kPa]
0.45	171	276
3.15	126	197
5.90	105	159
8.65	126	194
11.35	171	269

CA351 S.S. 130 "Iglesiente".		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di completamento e adeguamento svincoli tratta "Cagliari – Decimomannu" CA316 Eliminazione Incroci a Raso da Cagliari a Decimomannu da km 3+000 a 15+600		
CA316351	Relazione tecnica e di calcolo ST01, ST02, ST03 - SOTTOVIA	

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

IC	Indice della combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
qu	Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]
Qu	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
Qv	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
FS	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	Nc	Nq	Ny	N'c	N'q	N'y	qu	Qu	Qv	FS
1	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	10440	123186.40	1895.17	65.00
2	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	10409	122831.07	2198.84	55.86
3	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	10364	122299.18	2200.74	55.57
4	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	10408	122820.20	2134.04	57.55
5	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	10413	122878.04	1494.66	82.21
6	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	10418	122930.84	1420.98	86.51
7	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	10418	122930.84	1420.98	86.51
8	48.09	32.23	32.57	48.09	32.23	32.57	10413	122878.04	1494.66	82.21