

S.S. n.128 "Centrale Sarda"

Lotto 0 bivio Monastir – bivio Senorbì
1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA356

PROGETTAZIONE: ATI VIA - 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. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)

RESPONSABILE SIA:

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

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Edoardo Quattrone

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



MANDANTI:



OPERE D'ARTE MINORI
SOTTOVIA ST01 A Pr. 4+963,93
Relazione tecnica e di calcolo



CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG. ANNO

DPCA0356 D 21

NOME FILE

CA356_P00ST01STRRE01_A

CODICE ELAB.

P00ST01STRRE01

REVISIONE

SCALA:

A

-

D

-

-

-

-

C

-

-

-

-

B

-

-

-

-

A

EMISSIONE

NOV. 2021

E.STRAMACCI

G.PIAZZA

F. NICCHIARELLI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	<i>Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia</i>	

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	9
3	NORME TECNICHE	9
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO	10
4.1	CALCESTRUZZI	10
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i>	10
4.1.2	<i>Copriferrini nominali</i>	11
4.1.3	<i>Resistenze di progetto</i>	13
4.1.4	<i>Verifiche a fessurazione</i>	13
4.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE	16
4.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	16
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i>	16
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	17
5.1	STRATIGRAFIA DI CALCOLO	17
6	AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO	19
6.1	MODELLO DI CALCOLO.....	19
6.2	ANALISI DEI CARICHI	19
6.3	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI.....	19
6.4	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI.....	19

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

6.5	SPINTA DELLE TERRE	19
6.6	AZIONI DA TRAFFICO.....	20
6.6.1	<i>Carichi verticali</i>	20
6.6.2	<i>Distribuzione del carico sulla soletta</i>	20
6.6.3	<i>Azione del sovraccarico sui piedritti</i>	21
6.7	AZIONE SISMICA.....	22
6.8	COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	22
7	SOLLECITAZIONI DI PROGETTO.....	25
8	VERIFICHE.....	27
8.1	VERIFICHE STRUTTURALI	27
8.1.1	<i>Verifiche a flessione</i>	27
8.1.2	<i>Verifiche a taglio</i>	38
8.2	VERIFICHE GEOTECNICHE	40
9	DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)	76
9.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE	76
9.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	76
9.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	76
9.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	76
9.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	76
9.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	77

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	<i>Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia</i>	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche strutturali e geotecniche effettuate per la progettazione del **sottovia ST01** previsto nell'ambito dei lavori dell' **Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700**.

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.

Per il dimensionamento dei muri andatori dei sottovia si rimanda alla relazioni di calcolo riportata al capitolo "Opere d'arte Minori – Opere di sostegno".

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

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto: $V_N = 50$ anni (costruzioni con livelli di prestazione elevati).

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

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

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

- Periodo di Riferimento: $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 2.0 = 100$ anni.

1.3 Descrizione delle opere

L'opera in oggetto è composta da una struttura scatolare a singola canna con una larghezza complessiva di 10.10 m (8.50 m di luce interna libera), altezza costante pari a 7.90 m e lunghezza complessiva di circa 12 m. Le strutture portanti del sottovia in oggetto sono gettate in opera. Inoltre è previsto uno strato di magrone di 20 cm su cui poggerà la fondazione.

Le dimensioni e lo spessore delle membrature sono riportati nella sezione tipo mostrata di seguito:

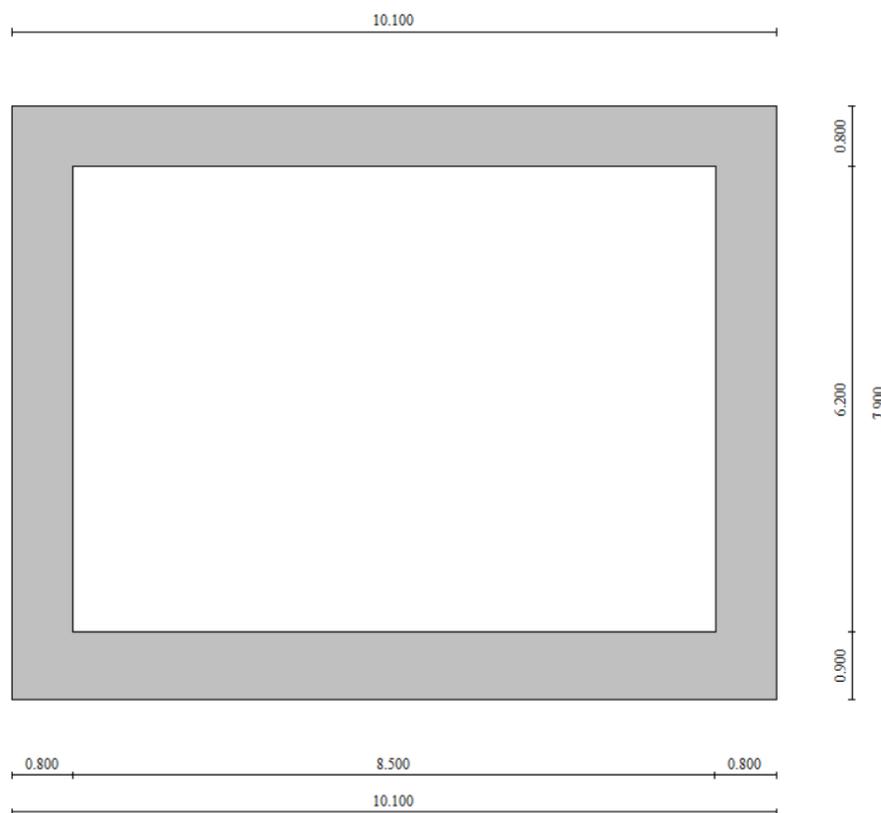


Figura 1.1 - Sezione tipo sottovia ST01

Si riportano viste in pianta, in sezione longitudinale e la sezione tipologica dell'opera:

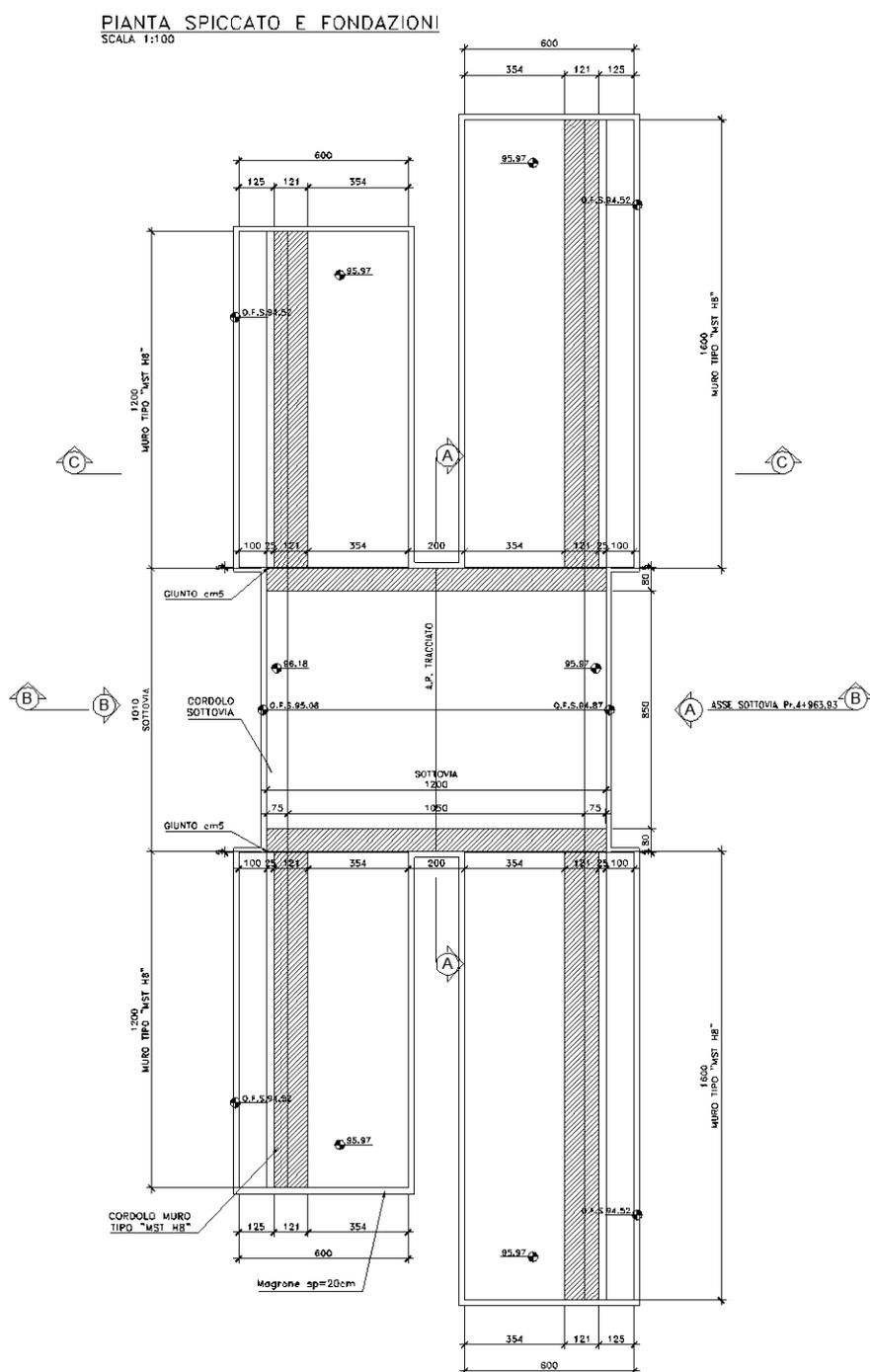


Figura 1.2 - Pianta Spiccato

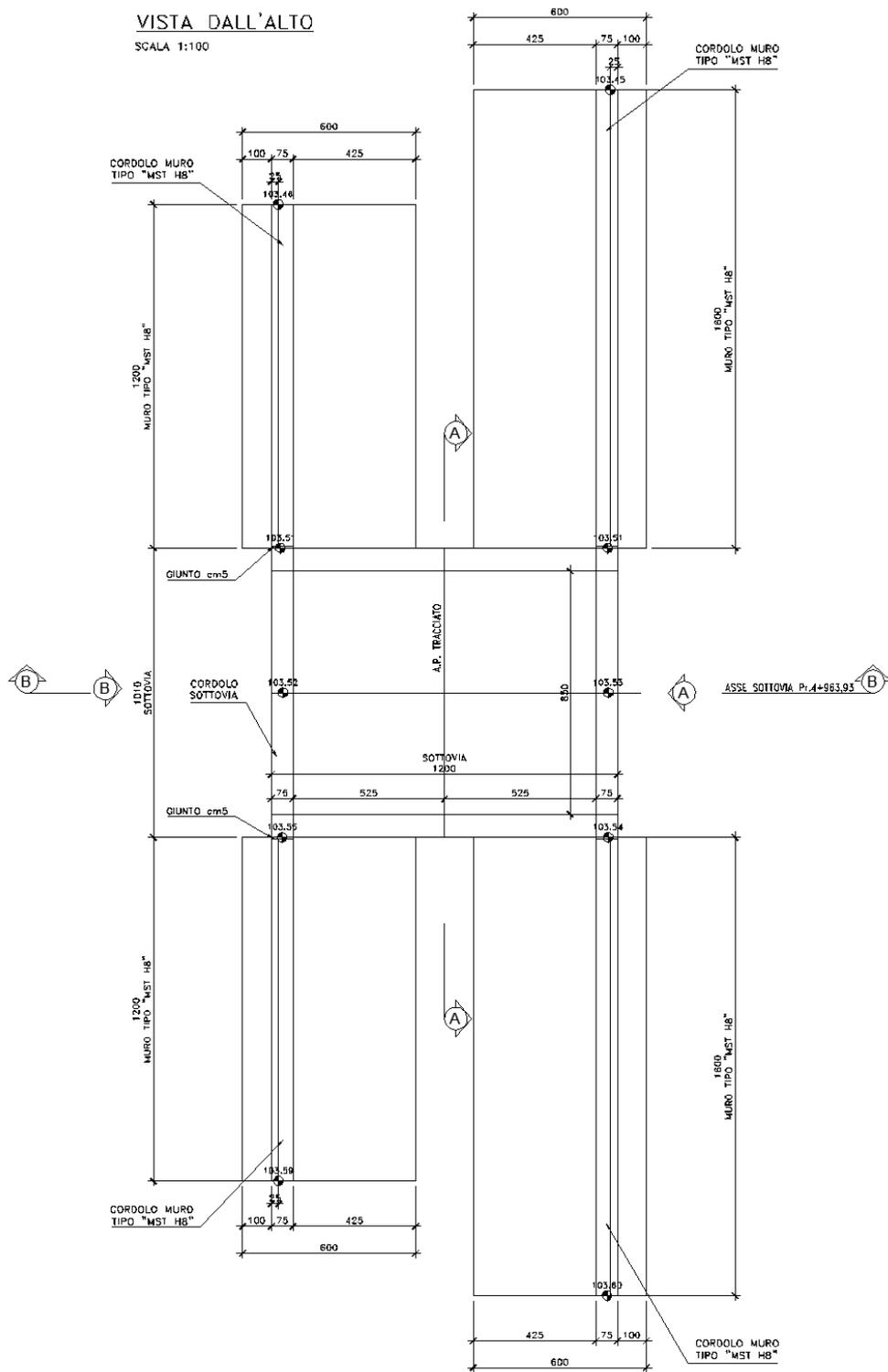


Figura 1.3 - Vista dall'alto

SEZIONE LONGITUDINALE B-B
 SCALA 1:100

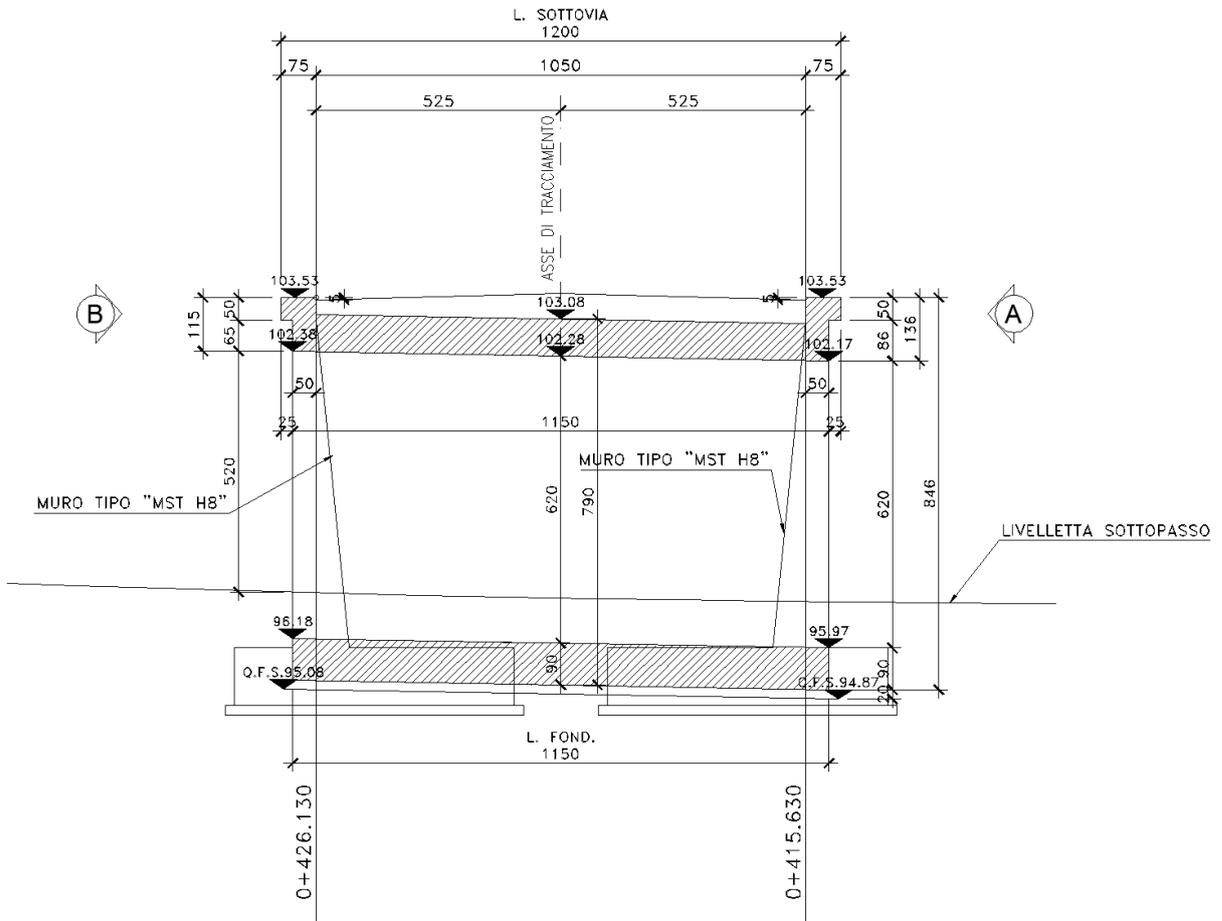


Figura 1.4 - Sezione Longitudinale in asse sottopasso

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	<i>Relazione tecnica e di calcolo - 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.

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

4.1 Calcestruzzi

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).

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione, 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).

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:

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)				
CALCESTRUZZO PER		Magrone di sottofondazione	Fondazioni - Sottovia	Elevazioni - Sottovia
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)		C12/15	C32/40	C32/40
Classe di esposizione ambientale		-	XC2 - XA1	XC4 - XA1
φ max inerti (mm)	Dupper	-	32	25
	Dlower	-	20	16
Classe di consistenza		-	S4	S4
Rapporto max acqua/cemento		-	0.5	0.5
Contenuto massimo di cloruri		-	0.20%	0.20%
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)		150	340**-*	340**-*

Tabella 4.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

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

C _{min}	C ₀	ambiente	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 _{≥C₀}	C _{min≤C<C₀}	C _{≥C₀}	C _{min≤C<C₀}	C _{≥C₀}	C _{min≤C<C₀}	C _{≥C₀}	C _{min≤C<C₀}
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 la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferrino 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:

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 GRUPPO FS ITALIANE
CA356	<i>Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia</i>	

DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRI NOMINALI SECONDO NTC2018

Dati generali relativi all'opera	Var	unità	
Tipo di costruzione (1=temp. o provvisoria; 2 = prestazioni ordinarie; 3=prestazioni elevate)	TC		2
Vita nominale dell'opera	V _N	anni	50

Tabella C4.1.IV Copriferrini 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		altri elementi	
			R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}
ordinario	30	45	15	20	20	25	25	30	30	35
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35	40	40	45
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5	50	50	50

Elemento		Fondazioni - Sottovia	Elevazioni - Sottovia
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 - XA1	XC4 - XA1
Ambiente		aggressivo	aggressivo
Rck	Mpa	40	40
Check Rck min		OK	OK
copriferrino minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm	30	30
incremento Per V _n =100 (tipo di costruzione 3)	mm	0	0
elem. prefabbricato con ver. Copriferrini*		NO	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferrini		0	0
Tolleranza di posa		10	10
copriferrino nominale	mm	40	40
* Elemento prefabbricato prodotto con sistema sottoposto a controllo di qualità che comprenda la verifica dei copriferrini			
copriferrino nominale di progetto	mm	40	40

Tabella 4.2 – Valori dei copriferrini nominali in base alle NTC2018

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	<i>Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia</i>	

4.1.3 Resistenze di progetto

Calcestruzzo C32/40:

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

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	18.13
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.41

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

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	3.18
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	MPa	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 **aggressive** per le verifiche a fessurazione delle **strutture in fondazione ed elevazione degli scatolari** (classe di esposizione **XA1**).

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - 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 **Aggressive** – Armatura poco sensibile:
 - o Combinazione di azioni frequente: $w_k \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$
 - o Combinazione di azioni quasi permanente: $w_k \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

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)		
	$w_3 = 0,4 \text{ mm}$	$w_2 = 0,3 \text{ mm}$	$w_1 = 0,2 \text{ mm}$
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - 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

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	<i>Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia</i>	

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.

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

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

5.1 Stratigrafia di calcolo

Sono stati adottati i seguenti parametri geotecnici di calcolo:

Terreno di rinfianco

- Unità Rilevato
- Peso per unità di volume del terreno: $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito: $\varphi = 35^\circ$
- Coesione: $c' = 0 \text{ Mpa}$
- Coefficiente di spinta a riposo: $K_0 = (1 - \text{sen}\varphi) = 0,425$

Terreno di fondazione

- Unità: SGL
- Peso per unità di volume del terreno: $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito: $\varphi = 34^\circ$
- Coesione: $c' = 0 \text{ Mpa}$
- Costante di sottofondo $K_s = 36\,000 \text{ KN/m}^3$

A favore di sicurezza, è stata assunta la quota della falda coincidente con il piano di posa.

Per la costante di sottofondo verticale, che influenza in maniera limitata i risultati delle analisi in termini di caratteristiche della sollecitazione agenti nelle membrature dei sottovia, ci si è riferiti alle indicazioni fornite da Bowles "Fondazioni" – Ed. McGraw-Hill, che per una sabbia limosa mediamente compatta riporta valori compresi tra 24 000 e 48 000 kN/m (vedi figura seguente), si è assunto un valore medio pari a $K_s = 36\,000 \text{ kN/m}^3$.

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	<i>Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia</i>	

Terreno	$k_s, \text{kN/m}^3$
Sabbia sciolta	4800 ÷ 16000
Sabbia mediamente compatta	9600 ÷ 80000
Sabbia compatta	64000 ÷ 128000
Sabbia argillosa mediamente compatta	32000 ÷ 80000
Sabbia limosa mediamente compatta	24000 ÷ 48000
Terreno argilloso:	
$q_u \leq 200 \text{ kPa}$	12000 ÷ 24000
$200 < q_u \leq 400 \text{ kPa}$	24000 ÷ 48000
$q_u > 400 \text{ kPa}$	> 48000

Figura 5.1 Valori indicativi del modulo di reazione k_s (Bowles – Fondazioni)

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

6 AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO

6.1 Modello di calcolo

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 "SCAT" prodotto dalla Aztec Informatica s.r.l., Corso Umberto 43 – 87050 Casole Bruzio (CS).

6.2 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.

6.3 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/m^3 .

6.4 Carichi permanenti non strutturali

Sulla struttura è applicato il carico dovuto ai pesi permanenti relativi alla pavimentazione, alla impermeabilizzazione e allo strato di protezione in cls.

Non è presente ritombamento.

6.5 Spinta delle terre

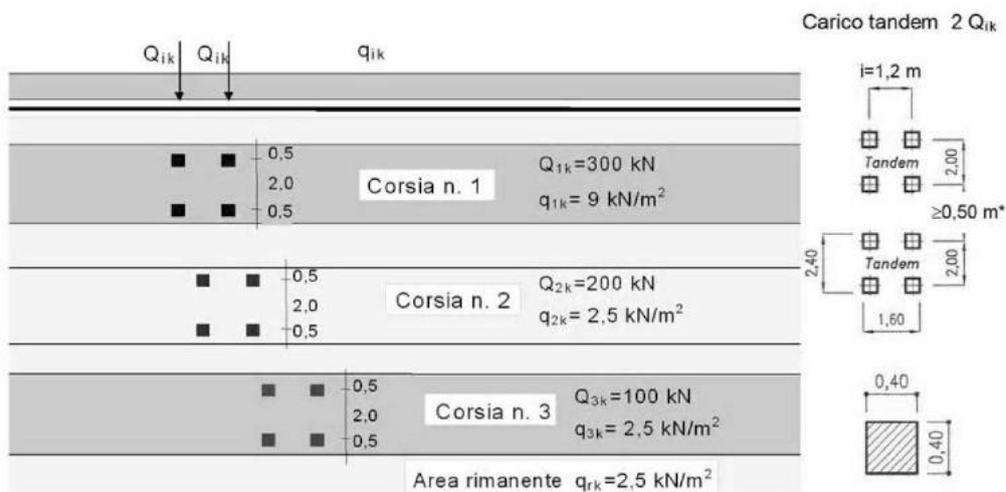
Il peso del terreno a tergo della struttura determina una spinta laterale sui piedritti avente distribuzione triangolare. Il calcolo della spinta del terreno è stata effettuato con riferimento al coefficiente di spinta a riposo K_0 .

6.6 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.

6.6.1 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

6.6.2 Distribuzione del carico sulla soletta

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

$B = 0.40$ 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 le seguenti dimensioni di diffusione:

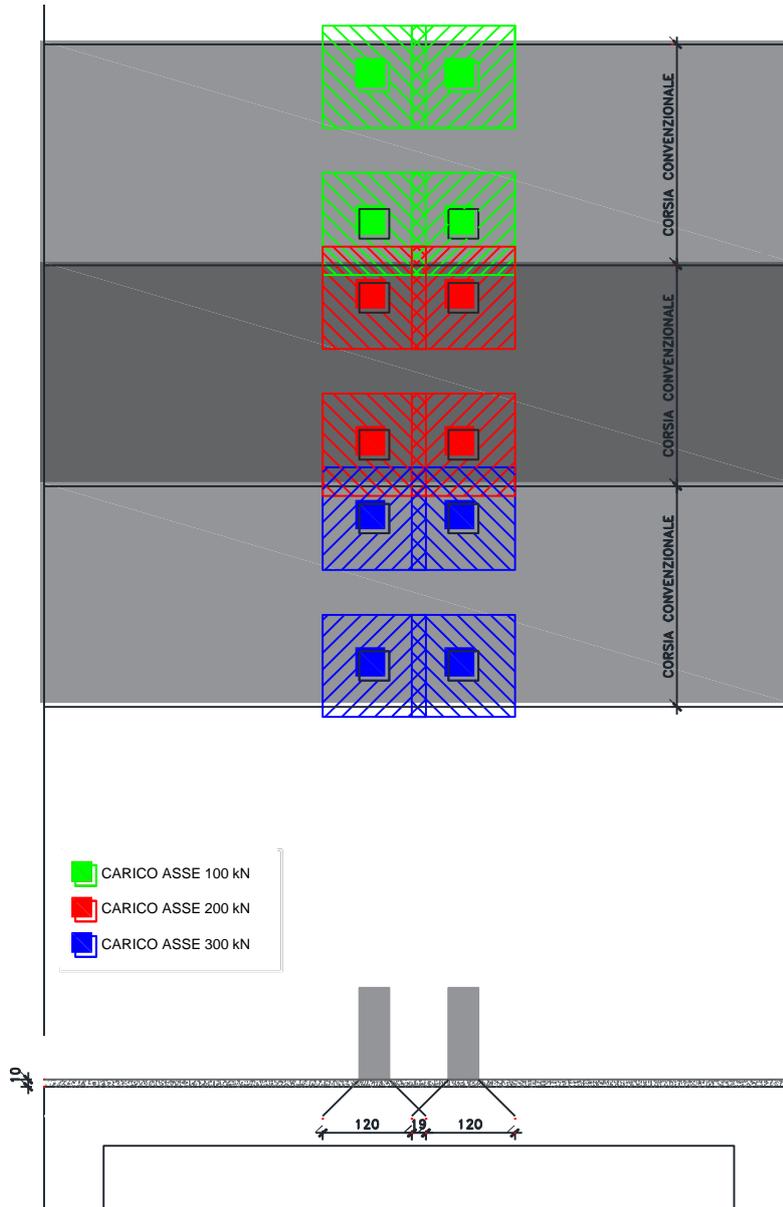


Figura 6.1 - Diffusione dei carichi ST01

6.6.3 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.

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	<i>Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia</i>	

6.7 Azione sismica

Si riportano i parametri di progetto:

PARAMETRI SISMICI				
STATO LIMITE	T _R [anni]	a _g [g]	F ₀ [-]	T* _c [s]
SLO	60	0.026	2.685	0.300
SLD	101	0.032	2.729	0.307
SLV	949	0.061	2.976	0.371
SLC	1950	0.072	3.061	0.393

L'accelerazione spettrale orizzontale è calcolata in corrispondenza del plateau dello spettro di risposta elastico secondo l'espressione:

$$a_{max} = a_g \times S \times F_0 \times \eta$$

dove:

$S = S_T \times S_s$ Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e della condizione topografica

$\eta = 1.00$ fattore di smorzamento;

L'ubicazione dell'opera corrisponde a una [categoria topografica T1](#) e a una [categoria di sottosuolo C](#), da cui vengono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica definiti in base al §3.2 delle NTC 2018.

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 pari ad 1,00.

6.8 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:

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

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	<i>Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia</i>	

- *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:

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

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}$, $\gamma_{\epsilon 3}$, $\gamma_{\epsilon 4}$	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 della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota 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

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

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

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combi- nazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequent)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 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
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

7 SOLLECITAZIONI DI PROGETTO

Per la configurazione finale dell'opera le sollecitazioni di progetto sono state ottenute dal software di calcolo SCAT® prodotto da AZTEC INFORMATICA. Di seguito sono riportati i valori di sollecitazione relativi agli involuppi delle combinazioni di carico SLU/SLV e agli SLE. I valori sono espressi in kNm/m per i momenti flettenti e in kN/m per il taglio. Le verifiche sono state svolte considerando le sollecitazioni massime. A favore di sicurezza nelle verifiche a taglio e a flessione lo sforzo assiale per gli elementi orizzontali è stato considerato nullo mentre per i piedritti si è assunto il valore minimo della combinazione di calcolo SLE-QP. Il segno positivo o negativo indica, rispettivamente, le fibre tese all'interno od all'esterno dello scatolare.

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO				TRAVERSO	FONDAZIONE	PIEDRITTO
SLU	<i>INVILUPPO SLU / SLV</i>	M- (ext) kNm/m	-460	-465	-465	
		M+ (L/2) kNm/m	632	591	79	
		V SLU kN/m	344	516	344	
		N SLU kN/m	0	0	91.2	
SLE	<i>SLE - CARATTERISTICA</i>	M- (ext) kNm/m	-344	-354	-344	
		M+ (L/2) kNm/m	472	446	-107	
		N SLE-C kN/m	0	0	397	
	<i>SLE - FREQUENTE</i>	M- (ext) kNm/m	-283	-322	-322	
		M+ (L/2) kNm/m	383	395	-87	
		N SLE-F kN/m	0	0	355	
	<i>SLE - QUASI PERMANENTE</i>	M- (ext) kNm/m	-113	-250	-250	
		M+ (L/2) kNm/m	99	226	11	
		N SLE-QP kN/m	0	0	230	

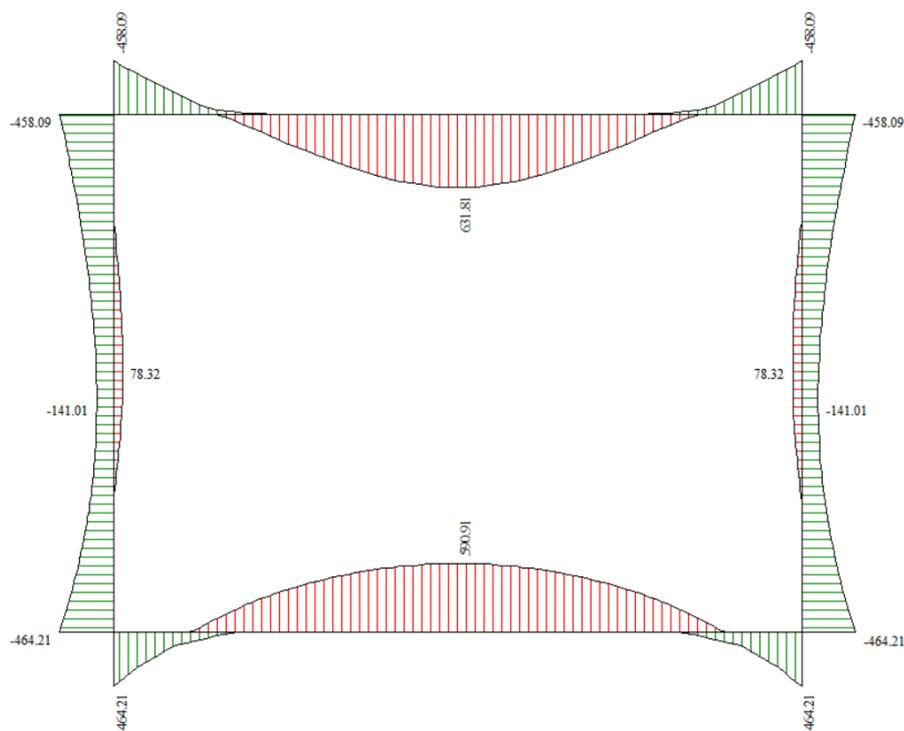


Figura 7.1 - Sollecitazioni di progetto SLU Sottovia ST01

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

8 VERIFICHE

8.1 Verifiche strutturali

Il traverso sarà armato superiormente con $\varnothing 24/20$ ed inferiormente con $\varnothing 26/20$. Come armatura a taglio è prevista una maglia di cavallotti $\varnothing 20$ 100x100.

La soletta di fondazione sarà armata superiormente ed inferiormente con $\varnothing 26/20$. Come armatura a taglio è prevista una maglia di cavallotti $\varnothing 24$ 100x100.

I piedritti saranno armati con $\varnothing 24/20$ lato terra e $\varnothing 20/20$ lato interno. Come armatura a taglio sono previste spille $\varnothing 12$ 40x20.

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

8.1.1 Verifiche a flessione

Le verifiche a flessione e pressoflessione delle sezioni in c.a., sia agli Stati Limite Ultimi che per quelli di Esercizio, 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.

TRAVERSO

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	-40.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	-40.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.8	-33.8	26
2	-43.8	33.8	24
3	43.8	33.8	24
4	43.8	-33.8	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

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	3	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] 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	-460.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	632.00	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	-344.00	0.00
2	0.00	472.00	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	-283.00 (-393.69)	0.00 (0.00)
2	0.00	383.00 (398.20)	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	-113.00 (-393.69)	0.00 (0.00)

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.54	-50.0	-40.0	-223.8	21.9	33.8	1550	22.6
2	S	5.99	-50.0	40.0	-263.2	21.9	-33.8	1550	26.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00124	0.00000	0.500	24.0	50	0.00067 (0.00067)	450	0.302 (990.00)	-393.69	0.00
2	S	-0.00146	0.00000	0.500	26.0	49	0.00079 (0.00079)	425	0.335 (990.00)	398.20	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.73	-50.0	-40.0	-184.1	21.9	33.8	1550	22.6
2	S	4.86	50.0	40.0	-213.6	21.9	-33.8	1550	26.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00102	0.00000	0.500	24.0	50	0.00055 (0.00055)	450	0.248 (0.30)	-393.69	0.00
2	S	-0.00119	0.00000	0.500	26.0	49	0.00064 (0.00064)	425	0.272 (0.30)	398.20	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.49	-50.0	-40.0	-73.5	21.9	33.8	1550	22.6
2	S	1.26	50.0	40.0	-55.2	21.9	-33.8	1550	26.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00041	0.00000	0.500	24.0	50	0.00022 (0.00022)	450	0.099 (0.20)	-393.69	0.00
2	S	-0.00031	0.00000	0.500	26.0	49	0.00017 (0.00017)	425	0.070 (0.20)	398.20	0.00

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

PIEDRITTI

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	-40.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	-40.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.6	-33.6	20
2	-43.6	33.6	24
3	43.6	33.6	24
4	43.6	-33.6	20

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	4	3	20
2	2	3	3	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] 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	91.20	-465.00	0.00	0.00	0.00
2	91.20	79.00	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)

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 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	397.00	-344.00	0.00
2	397.00	-107.00	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	355.00	-322.00 (-455.40)	0.00 (0.00)
2	355.00	-87.00 (-903.32)	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	230.00	-250.00 (-441.97)	0.00 (0.00)
2	230.00	11.00 (398.20)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	91.20	-465.00	0.00	91.04	-661.77	0.00	1.42	22.6(14.3)
2	S	91.20	79.00	0.00	91.19	478.79	0.00	6.09	15.7(14.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.087	-50.0	-40.0	0.00000	-43.6	-33.6	-0.03672	43.6	33.6
2	0.00350	0.078	-50.0	40.0	-0.00038	-43.6	33.6	-0.04111	-43.6	-33.6

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 (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000546481	-0.018359237	0.087	0.700
2	0.000000000	0.000606062	-0.020742487	0.078	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.09	-50.0	-40.0	-146.9	21.8	33.6	1600	22.6
2	S	1.52	50.0	-40.0	-9.9	21.8	33.6	950	22.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

1	S	-0.00083	0.00000	0.500	24.0	52	0.00044 (0.00044)	465	0.205 (990.00)	-459.34	0.00
2	S	-0.00006	0.00000	0.500	24.0	52	0.00003 (0.00003)	348	0.010 (990.00)	-804.91	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.76	-50.0	-40.0	-140.6	21.8	33.6	1600	22.6
2	S	1.24	50.0	-40.0	-6.1	21.8	33.6	800	22.6

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb. fess	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess My
1	S	-0.00080	0.00000	0.500	24.0	52	0.00042 (0.00042)	465	0.196 (0.30)	-455.40
2	S	-0.00004	0.00000	0.500	24.0	52	0.00002 (0.00002)	321	0.006 (0.30)	-903.32

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.68	-50.0	-40.0	-117.7	21.8	33.6	1600	22.6
2	S	0.35	-50.0	40.0	3.0	21.8	-33.6	----	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb. fess	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess My
1	S	-0.00066	0.00000	0.500	24.0	52	0.00035 (0.00035)	465	0.164 (0.20)	-441.97
2	S	-0.00031	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	398.20

PIEDRITTI

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	-45.0
2	-50.0	45.0
3	50.0	45.0
4	50.0	-45.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra X [cm] Y [cm] DiamØ[mm]

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

1	-43.1	-38.1	26
2	-43.1	38.1	26
3	43.1	38.1	26
4	43.1	-38.1	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	4	3	26
2	2	3	3	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] 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	-465.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	591.00	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	-354.00	0.00
2	0.00	446.00	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	-322.00 (-498.14)	0.00 (0.00)
2	0.00	395.00 (498.14)	0.00 (0.00)

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - 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	-250.00 (-498.14)	0.00 (0.00)
2	0.00	226.00 (498.14)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-465.00	0.00	0.00	-833.81	0.00	1.79	
26.5(14.9)									
2	S	0.00	591.00	0.00	0.00	833.81	0.00	1.41	
26.5(14.9)									

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.083	-50.0	-45.0	-0.00001	-43.1	-38.1	-0.03882	43.1	38.1
2	0.00350	0.083	-50.0	45.0	-0.00001	-43.1	38.1	-0.03882	-43.1	-38.1

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.

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.00000000	-0.000509257	-0.019416554	0.083	0.700
2	0.00000000	0.000509257	-0.019416554	0.083	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.68	-50.0	-45.0	-174.6	21.6	38.1	1700	26.5
2	S	4.64	50.0	45.0	-219.9	21.6	-38.1	1750	26.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

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
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00097	0.00000	0.500	26.0	56	0.00052 (0.00052)	473	0.248 (990.00)	-498.14	0.00
2	S	-0.00122	0.00000	0.500	26.0	56	0.00066 (0.00066)	482	0.318 (990.00)	498.14	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.35	-50.0	-45.0	-158.8	21.6	38.1	1700	26.5
2	S	4.11	-50.0	45.0	-194.8	21.6	-38.1	1700	26.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00088	0.00000	0.500	26.0	56	0.00048 (0.00048)	473	0.226 (0.30)	-498.14	0.00
2	S	-0.00108	0.00000	0.500	26.0	56	0.00058 (0.00058)	473	0.277 (0.30)	498.14	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.60	-50.0	-45.0	-123.3	21.6	38.1	1750	26.5
2	S	2.35	-50.0	45.0	-111.4	21.6	-38.1	1750	26.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00068	0.00000	0.500	26.0	56	0.00037 (0.00037)	482	0.178 (0.20)	-498.14	0.00
2	S	-0.00062	0.00000	0.500	26.0	56	0.00033 (0.00033)	482	0.161 (0.20)	498.14	0.00

8.1.2 Verifiche a taglio

Di seguito ri riporta il calcolo del taglio resistente agli SLU secondo il metodo del traliccio ad inclinazione variabile. Si osserva come, per tutti gli elementi, le verifiche a taglio risultano soddisfatte.

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

Sollecitazioni di calcolo	Var	unità	TRAVERSO	FONDAZIONE	PIEDRITTI
---------------------------	-----	-------	----------	------------	-----------

Taglio di calcolo	V_{Ed}	kN	344.0	516.0	344.0
--------------------------	-----------------------	-----------	--------------	--------------	--------------

Dati	Var	unità			
------	-----	-------	--	--	--

Resistenza a compressione cubica caratteristica	R_{ck}	Mpa	40	40	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	f _{ck}	Mpa	33.2	33.2	33.2
Coefficiente parziale γ _c	γ _c		1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale α _{cc}	α _{cc}		0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	f _{cd}	Mpa	18.8	18.8	18.8

Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	f _{yk}	Mpa	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	f _{ywd}	Mpa	391.3	391.3	391.3

Caratteristiche geometriche sezione

Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	0.80	0.90	0.80
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00	1.00	1.00
Area calcestruzzo	A _c	m ²	0.80	0.90	0.80
Larghezza anima	b _w	m	1.00	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.073	0.073	0.073
altezza utile della sezione	d	m	0.73	0.83	0.73

Compressione agente nella sezione

Sforzo normale di calcolo	N_{Ed}	kN	0.0	0.0	91.2
----------------------------------	-----------------------	-----------	------------	------------	-------------

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata	A _{sl}	mmq	2260	2655	2260
Coefficiente k	k	m	1.52	1.49	1.52
v _{min}	v _{min}		0.38	0.37	0.38
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ _l		0.00311	0.00321	0.00311
tensione media di compressione nella sezione	σ _{cp}	Mpa	0.00	0.00	0.11

Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	289.6	325.8	302.0
----------------------------	-----------------------	-----------	--------------	--------------	--------------

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio
Verifica del conglomerato

Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	4103.2	4667.6	4103.2
--------------------------------------	------------------	----	--------	--------	--------

Verifica dell'armatura trasversale

diametro staffe	f _{sw}	mm	20	24	12
passo staffe	s _{cp}	m	1.00	1.00	0.20
numero di bracci	n _b		2.00	2.00	2.50
Armatura a taglio (staffe)	A _{sw}	mmq	628	905	283
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8	21.8	21.8
tensione media di compressione nella sezione	σ _{cp}	kPa	0	0	114
coefficiente alpha	α _c		1.00	1.00	1.01
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rsd}	kN	402.2	658.8	905.0
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	2122.2	2414.1	2135.1

Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	402.2	658.8	905.0
----------------------------	-----------------------	-----------	--------------	--------------	--------------

<i>Coefficiente di Sicurezza a Taglio</i>	<i>V_{rd}/V_{ed}</i>		1.17	1.28	2.63
---	--------------------------------------	--	------	------	------

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	<i>Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia</i>	

8.2 Verifiche geotecniche

Di seguito si riportano i dettagli ed i risultati delle verifiche effettuate. Come è possibile evincere tutte le verifiche geotecniche sono ampiamente soddisfatte.

REPORT DI CALCOLO E VERIFICA

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	7.90	[m]
Larghezza esterna	10.10	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.80	[m]
Spessore piedritto destro	0.80	[m]
Spessore fondazione	0.90	[m]
Spessore trasverso	0.80	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	18.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	23.33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	10000	[kPa/m]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	34.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	34.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	36000	[kPa/m]
Tensione limite	1000	[kPa]

Falda

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

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiali calcestruzzo

R _{ck} calcestruzzo	40000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	33149080	[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	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

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

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

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

Forze distribuite

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°6 (Spinta falda)

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Condizione di carico n° 7 (Carico Tandem)

Distr	Traverso	$X_i= 3.75$	$X_r= 4.96$	$V_{ni}= 90.00$	$V_{nr}= 90.00$	$V_{ti}= 0.00$	$V_{tr}= 0.00$
Distr	Traverso	$X_i= 0.00$	$X_r= 10.10$	$V_{ni}= 9.00$	$V_{nr}= 9.00$	$V_{ti}= 0.00$	$V_{tr}= 0.00$
Distr	Traverso	$X_i= 4.96$	$X_r= 5.14$	$V_{ni}= 180.00$	$V_{nr}= 180.00$	$V_{ti}= 0.00$	$V_{tr}= 0.00$
Distr	Traverso	$X_i= 5.14$	$X_r= 6.34$	$V_{ni}= 90.00$	$V_{nr}= 90.00$	$V_{ti}= 0.00$	$V_{tr}= 0.00$

Condizione di carico n° 8 (Sovraccarico traffico)

Distr	Pied_S	$Y_i= 0.00$	$Y_r= 7.90$	$V_{ni}= 8.50$	$V_{nr}= 8.50$	$V_{ti}= 0.00$	$V_{tr}= 0.00$
Distr	Pied_D	$Y_i= 0.00$	$Y_r= 7.90$	$V_{ni}= -8.50$	$V_{nr}= -8.50$	$V_{ti}= 0.00$	$V_{tr}= 0.00$

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

$$V_{Rd}=[0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

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

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

con:

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

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

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

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

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo	
Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)	0.60 f_{ck}
Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)	0.45 f_{ck}
Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)	0.80 f_{yk}

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Criteria verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [m]

Apertura limite fessure $w_1=0.00020$ $w_2=0.00030$ $w_3=0.00040$

Metodo di calcolo aperture delle fessure:

- NTC 2018 - C4.1.2.2.4.5

Resistenza a trazione per **Flessione**

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2018 - Approccio 2

Copri ferro sezioni 0.0400 [m]

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.30	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_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.35	1.15
Termici	Favorevole	γ_{sfav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{sfav}	1.20	1.20

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

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

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	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
Spinta falda	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	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
Spinta falda	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Carico Tandem	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Sovraccarico traffico	Sfavorevole	1.35	0.40	0.54
-----------------------	-------------	------	------	------

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

	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
Spinta falda	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Carico Tandem	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Sovraccarico traffico	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Tandem	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sovraccarico traffico	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

Combinazione n° 9 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
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Tandem	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 10 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
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 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
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Tandem	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Sovraccarico traffico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sovraccarico traffico	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

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

<i>M</i>	momento espresso in kNm
<i>V</i>	taglio espresso in kN
<i>SN</i>	sforzo normale espresso in kN
<i>ux</i>	spostamento direzione X espresso in m
<i>uy</i>	spostamento direzione Y espresso in m
<i>σ</i>	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

a Riposo [combinazione 1]
 a Riposo [combinazione 2]
 a Riposo [combinazione 3]
 a Riposo [combinazione 4]
 a Riposo [combinazione 5]
 a Riposo [combinazione 6]
 a Riposo [combinazione 7]
 a Riposo [combinazione 8]
 a Riposo [combinazione 9]
 a Riposo [combinazione 10]
 a Riposo [combinazione 11]
 a Riposo [combinazione 12]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	39.428535
Longitudine	9.077115
Comune	
Provincia	
Regione	

Punti di interpolazione del reticolo 9196 - 9418 - 9419 - 9197

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g =	0.60 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 9.16$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 4.58$

Combinazioni SLE

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.31 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 4.79$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 2.40$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood
Angolo diffusione sovraccarico	30.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.426	0.000
2	0.426	0.000
3	0.426	0.000
4	0.426	0.454
5	0.426	0.454
6	0.426	0.454
7	0.426	0.454
8	0.426	0.000
9	0.426	0.000
10	0.426	0.000
11	0.426	0.000
12	0.426	0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	96
Numero elementi trasverso	52
Numero elementi piedritto sinistro	72
Numero elementi piedritto destro	72
Numero molle fondazione	97
Numero molle piedritto sinistro	73
Numero molle piedritto destro	73

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

X_i	X_j	Q[kPa]
-13.64	23.74	0.0000

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 78.8287 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 78.8287 [kPa]

Falda

Spinta	0.00[kN]
Sottospinta	0.00[kPa]

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.74	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 78.8287 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 78.8287 [kPa]

Falda

Spinta	0.00[kN]
Sottospinta	0.00[kPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.74	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 78.8287 [kPa]
--------------------	-----------------------------	------------------------------

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 13.0202 [kPa]	Pressione inf. 13.0202 [kPa]
--------------------	------------------------------	------------------------------

Falda

Spinta	0.00[kN]
Sottospinta	0.00[kPa]

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.74	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 13.0202 [kPa]	Pressione inf. 13.0202 [kPa]
------------------	------------------------------	------------------------------

Falda

Spinta	0.00[kN]
Sottospinta	0.00[kPa]

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.74	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 13.0202 [kPa]	Pressione inf. 13.0202 [kPa]
------------------	------------------------------	------------------------------

Falda

Spinta	0.00[kN]
Sottospinta	0.00[kPa]

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.74	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]

Falda

Spinta	0.00[kN]
Sottospinta	0.00[kPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.74	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]

Falda

Spinta	0.00[kN]
Sottospinta	0.00[kPa]

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.74	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]

Falda

Spinta	0.00[kN]
Sottospinta	0.00[kPa]

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.74	0.0000

Spinte sui piedritti

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]

Falda

Spinta	0.00[kN]
Sottospinta	0.00[kPa]

Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.74	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 60.6374 [kPa]

Falda

Spinta	0.00[kN]
Sottospinta	0.00[kPa]

Spostamenti

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00003	0.00322
2.68	0.00002	0.00253
5.05	0.00000	0.00215
7.42	-0.00002	0.00253
9.70	-0.00003	0.00322

Spostamenti traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00001	0.00327
2.77	0.00001	0.00369

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

5.05	0.00000	0.00391
7.33	-0.00001	0.00369
9.70	-0.00001	0.00327

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	0.00003	0.00322
3.98	-0.00010	0.00325
7.50	0.00001	0.00327

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	-0.00003	0.00322
3.98	0.00010	0.00325
7.50	-0.00001	0.00327

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00003	0.00536
2.68	0.00002	0.00381
5.05	0.00000	0.00303
7.42	-0.00002	0.00381
9.70	-0.00003	0.00536

Spostamenti traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00002	0.00547
2.77	0.00001	0.00741
5.05	0.00000	0.00843
7.33	-0.00001	0.00741
9.70	-0.00002	0.00547

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	0.00003	0.00536
3.98	-0.00084	0.00542
7.50	0.00002	0.00547

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	-0.00003	0.00536

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

3.98	0.00084	0.00542
7.50	-0.00002	0.00547

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00004	0.00477
2.68	0.00002	0.00349
5.05	0.00000	0.00284
7.42	-0.00002	0.00349
9.70	-0.00004	0.00477

Spostamenti traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00003	0.00487
2.77	0.00001	0.00636
5.05	0.00000	0.00716
7.33	-0.00001	0.00636
9.70	-0.00003	0.00487

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	0.00004	0.00477
3.98	-0.00055	0.00483
7.50	0.00003	0.00487

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	-0.00004	0.00477
3.98	0.00055	0.00483
7.50	-0.00003	0.00487

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00183	0.00245
2.68	0.00182	0.00203
5.05	0.00180	0.00178
7.42	0.00178	0.00207
9.70	0.00177	0.00254

Spostamenti traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00196	0.00249

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

2.77	0.00195	0.00273
5.05	0.00194	0.00288
7.33	0.00193	0.00276
9.70	0.00192	0.00259

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	0.00183	0.00245
3.98	0.00197	0.00248
7.50	0.00196	0.00249

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	0.00177	0.00254
3.98	0.00176	0.00257
7.50	0.00192	0.00259

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00186	0.00220
2.68	0.00184	0.00185
5.05	0.00183	0.00164
7.42	0.00181	0.00189
9.70	0.00179	0.00229

Spostamenti traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00199	0.00224
2.77	0.00198	0.00242
5.05	0.00197	0.00255
7.33	0.00196	0.00245
9.70	0.00195	0.00233

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	0.00186	0.00220
3.98	0.00205	0.00223
7.50	0.00199	0.00224

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)

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

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

0.45	0.00179	0.00229
3.98	0.00174	0.00232
7.50	0.00195	0.00233

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	-0.00177	0.00254
2.68	-0.00178	0.00207
5.05	-0.00180	0.00178
7.42	-0.00182	0.00203
9.70	-0.00183	0.00245

Spostamenti traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	-0.00192	0.00259
2.77	-0.00193	0.00276
5.05	-0.00194	0.00288
7.33	-0.00195	0.00273
9.70	-0.00196	0.00249

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	-0.00177	0.00254
3.98	-0.00176	0.00257
7.50	-0.00192	0.00259

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	-0.00183	0.00245
3.98	-0.00197	0.00248
7.50	-0.00196	0.00249

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	-0.00179	0.00229
2.68	-0.00181	0.00189
5.05	-0.00183	0.00164
7.42	-0.00184	0.00185
9.70	-0.00186	0.00220

Spostamenti traverso (Combinazione n° 7)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
-------	--------------------	--------------------

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

0.40	-0.00195	0.00233
2.77	-0.00196	0.00245
5.05	-0.00197	0.00255
7.33	-0.00198	0.00242
9.70	-0.00199	0.00224

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	-0.00179	0.00229
3.98	-0.00174	0.00232
7.50	-0.00195	0.00233

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	-0.00186	0.00220
3.98	-0.00205	0.00223
7.50	-0.00199	0.00224

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00003	0.00406
2.68	0.00001	0.00289
5.05	0.00000	0.00231
7.42	-0.00001	0.00289
9.70	-0.00003	0.00406

Spostamenti traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00002	0.00415
2.77	0.00001	0.00559
5.05	0.00000	0.00636
7.33	-0.00001	0.00559
9.70	-0.00002	0.00415

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	0.00003	0.00406
3.98	-0.00063	0.00411
7.50	0.00002	0.00415

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 GRUPPO FS ITALIANE
CA356	<i>Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia</i>	

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	-0.00003	0.00406
3.98	0.00063	0.00411
7.50	-0.00002	0.00415

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00002	0.00368
2.68	0.00001	0.00265
5.05	0.00000	0.00214
7.42	-0.00001	0.00265
9.70	-0.00002	0.00368

Spostamenti traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00001	0.00376
2.77	0.00001	0.00494
5.05	0.00000	0.00556
7.33	-0.00001	0.00494
9.70	-0.00001	0.00376

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	0.00002	0.00368
3.98	-0.00052	0.00372
7.50	0.00001	0.00376

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	-0.00002	0.00368
3.98	0.00052	0.00372
7.50	-0.00001	0.00376

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00002	0.00248
2.68	0.00001	0.00195
5.05	0.00000	0.00166
7.42	-0.00001	0.00195
9.70	-0.00002	0.00248

Spostamenti traverso (Combinazione n° 10)

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00001	0.00252
2.77	0.00000	0.00284
5.05	0.00000	0.00301
7.33	0.00000	0.00284
9.70	-0.00001	0.00252

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	0.00002	0.00248
3.98	-0.00008	0.00250
7.50	0.00001	0.00252

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	-0.00002	0.00248
3.98	0.00008	0.00250
7.50	-0.00001	0.00252

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00003	0.00363
2.68	0.00001	0.00266
5.05	0.00000	0.00216
7.42	-0.00001	0.00266
9.70	-0.00003	0.00363

Spostamenti traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00002	0.00370
2.77	0.00001	0.00481
5.05	0.00000	0.00541
7.33	-0.00001	0.00481
9.70	-0.00002	0.00370

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	0.00003	0.00363
3.98	-0.00041	0.00367
7.50	0.00002	0.00370

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 11)

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 GRUPPO FS ITALIANE
CA356	<i>Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia</i>	

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	-0.00003	0.00363
3.98	0.00041	0.00367
7.50	-0.00002	0.00370

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00003	0.00245
2.68	0.00001	0.00195
5.05	0.00000	0.00167
7.42	-0.00001	0.00195
9.70	-0.00003	0.00245

Spostamenti traverso (Combinazione n° 12)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.40	0.00001	0.00250
2.77	0.00001	0.00279
5.05	0.00000	0.00294
7.33	-0.00001	0.00279
9.70	-0.00001	0.00250

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	0.00003	0.00245
3.98	-0.00003	0.00248
7.50	0.00001	0.00250

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 12)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.45	-0.00003	0.00245
3.98	0.00003	0.00248
7.50	-0.00001	0.00250

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-324.9614	-293.6881	207.6733
2.68	148.4647	-122.5498	207.6733

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

5.05	292.6725	3.8334	207.6733
7.42	148.4647	131.5551	207.6733
9.70	-324.9614	293.6881	207.6733

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-146.8693	118.5643	74.2395
2.77	62.5190	58.1347	74.2395
5.05	128.7926	0.0000	74.2395
7.33	62.5190	-58.1347	74.2395
9.70	-146.8693	-118.5643	74.2395

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-324.9614	207.8348	298.3230
3.98	13.5359	4.3436	208.4437
7.50	-146.8693	-74.2395	118.5643

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-324.9614	-207.8348	298.3230
3.98	13.5359	-4.3436	208.4437
7.50	-146.8693	74.2395	118.5643

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-464.2136	-515.9915	216.4946
2.68	350.7906	-206.8526	216.4946
5.05	590.9059	5.3973	216.4946
7.42	350.7906	220.3918	216.4946
9.70	-464.2136	515.9915	216.4946

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-458.0937	343.9468	132.9337
2.77	251.3285	254.7217	132.9337
5.05	631.8127	0.0000	132.9337
7.33	251.3285	-254.7217	132.9337
9.70	-458.0937	-343.9468	132.9337

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-464.2136	216.6630	523.7055
3.98	-144.5517	-19.9266	433.8262
7.50	-458.0937	-132.9337	343.9468

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-464.2136	-216.6630	523.7055
3.98	-144.5517	19.9266	433.8262
7.50	-458.0937	132.9337	343.9468

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-447.2232	-460.4902	241.1005
2.68	285.0856	-187.3457	241.1005
5.05	503.4111	5.0502	241.1005
7.42	285.0856	199.7728	241.1005
9.70	-447.2232	460.4902	241.1005

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-392.3822	287.6012	143.4279
2.77	192.0315	205.5750	143.4279
5.05	493.9630	0.0000	143.4279
7.33	192.0315	-205.5750	143.4279
9.70	-392.3822	-287.6012	143.4279

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-447.2232	241.2880	467.3599
3.98	-75.2540	-13.0139	377.4805
7.50	-392.3822	-143.4279	287.6012

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-447.2232	-241.2880	467.3599
3.98	-75.2540	13.0139	377.4805
7.50	-392.3822	143.4279	287.6012

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-297.2338	-234.8824	204.3082

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

2.68	88.2817	-102.4678	208.9102
5.05	211.8464	1.4100	213.7024
7.42	95.4192	107.7738	218.4946
9.70	-290.6013	237.9016	223.0966

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-133.3646	93.8035	103.4026
2.77	31.3442	45.1912	107.6586
5.05	81.0667	-1.5750	111.7530
7.33	24.1622	-48.3412	115.8474
9.70	-148.0121	-96.9535	120.1034

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-297.2338	213.4553	238.4096
3.98	63.9329	7.3448	166.1066
7.50	-133.3646	-103.4026	93.8035

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-290.6013	-214.2819	241.5596
3.98	67.9996	-3.7048	169.2565
7.50	-148.0121	111.4730	96.9535

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-281.9104	-214.2540	202.8619
2.68	71.4661	-94.5336	207.4639
5.05	185.9015	1.1039	212.2561
7.42	78.8549	99.1142	217.0484
9.70	-274.8434	217.2229	221.6503

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-127.3643	85.4774	104.7250
2.77	22.6551	41.1212	108.9811
5.05	67.7655	-1.5507	113.0754
7.33	15.5841	-44.2225	117.1698
9.70	-141.7854	-88.5788	121.4258

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-281.9104	212.1329	217.4233
3.98	74.5947	6.0223	151.4503
7.50	-127.3643	-104.7250	85.4774

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-274.8434	-212.7095	220.5246
3.98	78.2183	-2.3933	154.5517
7.50	-141.7854	112.6783	88.5788

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-290.6013	-237.9016	223.0966
2.68	95.4192	-100.4236	218.4946
5.05	211.8464	4.9175	213.7024
7.42	88.2817	109.6841	208.9102
9.70	-297.2338	234.8824	204.3082

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-148.0121	96.9535	120.1034
2.77	24.1622	48.3412	115.8474
5.05	81.0667	1.5750	111.7530
7.33	31.3442	-45.1912	107.6586
9.70	-133.3646	-93.8035	103.4026

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-290.6013	214.2819	241.5596
3.98	67.9996	3.7048	169.2565
7.50	-148.0121	-111.4730	96.9535

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-297.2338	-213.4553	238.4096
3.98	63.9329	-7.3448	166.1066
7.50	-133.3646	103.4026	93.8035

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

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

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

0.40	-274.8434	-217.2229	221.6503
2.68	78.8549	-92.3889	217.0484
5.05	185.9015	4.7198	212.2561
7.42	71.4661	101.1240	207.4639
9.70	-281.9104	214.2540	202.8619

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-141.7854	88.5788	121.4258
2.77	15.5841	44.2225	117.1698
5.05	67.7655	1.5507	113.0754
7.33	22.6551	-41.1212	108.9811
9.70	-127.3643	-85.4774	104.7250

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-274.8434	212.7095	220.5246
3.98	78.2183	2.3933	154.5517
7.50	-141.7854	-112.6783	88.5788

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-281.9104	-212.1329	217.4233
3.98	74.5947	-6.0223	151.4503
7.50	-127.3643	104.7250	85.4774

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-353.1201	-390.5831	166.2827
2.68	264.0746	-156.7156	166.2827
5.05	446.0463	4.1072	166.2827
7.42	264.0746	167.0012	166.2827
9.70	-353.1201	390.5831	166.2827

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-343.5130	258.1533	100.5845
2.77	187.9505	190.3390	100.5845
5.05	471.6787	0.0000	100.5845
7.33	187.9505	-190.3390	100.5845
9.70	-343.5130	-258.1533	100.5845

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-353.1201	166.4120	396.4293
3.98	-106.6897	-14.6367	327.2913
7.50	-343.5130	-100.5845	258.1533

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-353.1201	-166.4120	396.4293
3.98	-106.6897	14.6367	327.2913
7.50	-343.5130	100.5845	258.1533

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-321.6745	-349.3922	156.1348
2.68	231.4081	-140.6059	156.1348
5.05	394.9248	3.8037	156.1348
7.42	231.4081	150.0451	156.1348
9.70	-321.6745	349.3922	156.1348

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-282.0392	216.4158	81.7250
2.77	156.8253	153.9340	81.7250
5.05	382.3665	0.0000	81.7250
7.33	156.8253	-153.9340	81.7250
9.70	-282.0392	-216.4158	81.7250

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-321.6745	156.2562	354.6918
3.98	-86.8669	-10.4105	285.5538
7.50	-282.0392	-81.7250	216.4158

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-321.6745	-156.2562	354.6918
3.98	-86.8669	10.4105	285.5538
7.50	-282.0392	81.7250	216.4158

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-249.9703	-225.9139	159.7487
2.68	114.2036	-94.2691	159.7487
5.05	225.1327	2.9488	159.7487
7.42	114.2036	101.1962	159.7487
9.70	-249.9703	225.9139	159.7487

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-112.9764	91.2033	57.1073
2.77	48.0915	44.7190	57.1073
5.05	99.0712	0.0000	57.1073
7.33	48.0915	-44.7190	57.1073
9.70	-112.9764	-91.2033	57.1073

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-249.9703	159.8730	229.4793
3.98	10.4122	3.3413	160.3413
7.50	-112.9764	-57.1073	91.2033

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-249.9703	-159.8730	229.4793
3.98	10.4122	-3.3413	160.3413
7.50	-112.9764	57.1073	91.2033

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-340.5346	-349.4710	184.5092
2.68	215.4043	-142.2660	184.5092
5.05	381.2354	3.8501	184.5092
7.42	215.4043	151.7279	184.5092
9.70	-340.5346	349.4710	184.5092

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-294.8378	216.4158	108.3579
2.77	144.0268	153.9340	108.3579
5.05	369.5679	0.0000	108.3579
7.33	144.0268	-153.9340	108.3579
9.70	-294.8378	-216.4158	108.3579

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-340.5346	184.6527	354.6918
3.98	-55.3581	-9.5162	285.5538
7.50	-294.8378	-108.3579	216.4158

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-340.5346	-184.6527	354.6918
3.98	-55.3581	9.5162	285.5538
7.50	-294.8378	108.3579	216.4158

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-257.5145	-225.9455	171.1017
2.68	107.8019	-94.9332	171.1017
5.05	219.6568	2.9674	171.1017
7.42	107.8019	101.8693	171.1017
9.70	-257.5145	225.9455	171.1017

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.40	-118.0960	91.2033	67.7639
2.77	42.9720	44.7190	67.7639
5.05	93.9517	0.0000	67.7639
7.33	42.9720	-44.7190	67.7639
9.70	-118.0960	-91.2033	67.7639

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-257.5145	171.2347	229.4793
3.98	23.0159	3.6990	160.3413
7.50	-118.0960	-67.7639	91.2033

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-257.5145	-171.2347	229.4793
3.98	23.0159	-3.6990	160.3413
7.50	-118.0960	67.7639	91.2033

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	σ_t [kPa]
0.40	116
2.68	91
5.05	78
7.42	91
9.70	116

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	σ_t [kPa]
0.40	193
2.68	137
5.05	109
7.42	137
9.70	193

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	σ_t [kPa]
0.40	172
2.68	126
5.05	102
7.42	126
9.70	172

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	σ_t [kPa]
0.40	88
2.68	73
5.05	64
7.42	74
9.70	91

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	σ_t [kPa]
0.40	79
2.68	67
5.05	59
7.42	68
9.70	83

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

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

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

0.40	91
2.68	74
5.05	64
7.42	73
9.70	88

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	σ_t [kPa]
0.40	83
2.68	68
5.05	59
7.42	67
9.70	79

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	σ_t [kPa]
0.40	146
2.68	104
5.05	83
7.42	104
9.70	146

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	σ_t [kPa]
0.40	132
2.68	96
5.05	77
7.42	96
9.70	132

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	σ_t [kPa]
0.40	89
2.68	70
5.05	60
7.42	70
9.70	89

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	σ_t [kPa]
0.40	131
2.68	96
5.05	78
7.42	96
9.70	131

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 12)

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

X [m]	σ_t [kPa]
0.40	88
2.68	70
5.05	60
7.42	70
9.70	88

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.40	-0.001792	0.001858	0.002201	0.005357
2.68	-0.001809	0.001842	0.001852	0.003805
5.05	-0.001826	0.001826	0.001637	0.003034
7.42	-0.001842	0.001809	0.001852	0.003805
9.62	-0.001858	0.001792	0.002201	0.005357

Inviluppo spostamenti trasverso

X [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.40	-0.001948	0.001988	0.002241	0.005472
2.77	-0.001959	0.001979	0.002422	0.007408
5.05	-0.001969	0.001969	0.002548	0.008431
7.33	-0.001979	0.001959	0.002422	0.007408
9.70	-0.001988	0.001948	0.002241	0.005472

Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

Y [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.45	-0.001792	0.001858	0.002201	0.005357
3.98	-0.001755	0.002046	0.002225	0.005421
7.50	-0.001948	0.001988	0.002241	0.005472

Inviluppo spostamenti piedritto destro

Y [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.45	-0.001858	0.001792	0.002201	0.005357
3.98	-0.002046	0.001755	0.002225	0.005421
7.50	-0.001988	0.001948	0.002241	0.005472

Inviluppo sollecitazioni nodali

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.40	-464.21	-249.97	-515.99	-214.25	156.13	241.10
2.68	71.47	350.79	-206.85	-92.39	156.13	241.10
5.05	185.90	590.91	1.10	5.40	156.13	241.10
7.42	71.47	350.79	99.11	220.39	156.13	241.10
9.70	-464.21	-249.97	214.25	515.99	156.13	241.10

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.40	-458.09	-112.98	85.48	343.95	57.11	143.43
2.77	15.58	251.33	41.12	254.72	57.11	143.43
5.05	67.77	631.81	-1.57	1.57	57.11	143.43
7.33	15.58	251.33	-254.72	-41.12	57.11	143.43
9.70	-458.09	-112.98	-343.95	-85.48	57.11	143.43

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.45	-464.21	-249.97	156.26	241.29	217.42	523.71
3.98	-144.55	78.22	-19.93	7.34	151.45	433.83
7.50	-458.09	-112.98	-143.43	-57.11	85.48	343.95

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.45	-464.21	-249.97	-241.29	-156.26	217.42	523.71
3.98	-144.55	78.22	-7.34	19.93	151.45	433.83
7.50	-458.09	-112.98	57.11	143.43	85.48	343.95

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{\min} [kPa]	σ_{\max} [kPa]
0.40	79	193
2.68	67	137
5.05	59	109
7.42	67	137
9.70	79	193

Verifiche geotecniche

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

Simbologia adottata

<i>IC</i>	Indice della combinazione
<i>Nc, Nq, N_γ</i>	Fattori di capacità portante
<i>Nc, Nq, N_γ</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>Q_u</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN/m]
<i>Q_v</i>	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN/m]
<i>FS</i>	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	Nc	Nq	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ	qu	Q_u	Q_v	FS
1	52.64	36.50	38.88	52.64	36.50	38.88	6996	70660.22	863.42	81.84
2	52.64	36.50	38.88	52.64	36.50	38.88	6996	70660.22	1314.18	53.77
3	52.64	36.50	38.88	52.64	36.50	38.88	6996	70660.22	1201.49	58.81
4	52.64	36.50	38.88	52.64	36.50	38.88	6954	70231.54	694.57	101.12
5	52.64	36.50	38.88	52.64	36.50	38.88	6949	70185.81	633.76	110.74
6	52.64	36.50	38.88	52.64	36.50	38.88	6954	70231.54	694.57	101.12
7	52.64	36.50	38.88	52.64	36.50	38.88	6949	70185.81	633.76	110.74

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia	

9 DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)

9.1 Tipo di analisi svolte

Le analisi strutturali e le verifiche per il dimensionamento delle strutture sono state condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/07/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui le opere saranno soggette.

9.2 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

ANALISI STRUTTURALE

Nome del Software: SCAT – Analisi Strutture Scatolari – Versione 14.0

Produttore Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)

Licenza concessa a VIA INGEGNERIA s.r.l. – Licenza N° AIU4132SQ

9.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori del software contiene esaurienti descrizioni delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati con l'individuazione dei campi d'impiego.

9.4 Modalità di presentazione dei risultati

Le relazioni di calcolo strutturale presentano i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. Le relazioni di calcolo illustrano in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

9.5 Informazioni generali sull'elaborazione

Il software consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

CA356 - SS 128 "Centrale Sarda" Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbi – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	<i>Relazione tecnica e di calcolo - Sottovia</i>	

9.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, il Progettista delle Strutture asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.