

S.S.131 "Carlo Felice"
Completamento itinerario Sassari – Olbia.
Potenziamento e messa in sicurezza S.S.131
dal km 192+500 al km 209+500.
2° Lotto dal km 202+000 al km 209+500

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA357

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:

PROGETTISTA:

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

**OPERE D'ARTE MAGGIORI
GALLERIE
GALLERIA NATURALE PALA SOLIANA_GN01
Relazione tecnica generale**




CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA357_P00GN01GENRE01_A			
DPCA0357	D 20	CODICE ELAB.	P00GN01GENRE01	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	GIU. 2021	L.MARCANIO	G.PIAZZA	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

INDICE

1	PREMESSA	2
2	RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI	3
	2.1 Normative, raccomandazioni e linee guida	3
	2.2 Bibliografia	3
	2.2.1 Generali	3
	2.2.2 Stabilità del cavo della galleria	4
	2.2.3 Calcolo dei rivestimenti	5
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	6
4	FASI COSTRUTTIVE.....	7
5	SAGOME TIPO ADOTATE	8
6	SEZIONI DI AVANZAMENTO	9
	6.1 Sezione di avanzamento B0 – Sagoma 1	9
	6.2 Sezione di avanzamento B0 – Sagoma 2	10
	6.3 Sezione di avanzamento B2 – Sagoma 1	11
	6.4 Sezione di avanzamento B2 – Sagoma 2	12
	6.5 Sezione di avanzamento C1 – Sagoma 1	13
	6.6 Sezione di avanzamento C1 – Sagoma 2	14
	6.7 Sezione di avanzamento Piazzola di sosta – P1	15
	6.8 Sezione di avanzamento Piazzola di sosta – P2	16
	6.9 Sezione di avanzamento Bypass	16
7	APPLICAZIONE DEL MONITORAGGIO ALLE SEZIONI	19
	7.1 Misure delle soglie di attenzione di allarme sul rivestimento di prima fase.....	20
	7.2 Valori di estrusione attesa sul fronte	20
	7.3 Stazioni di monitoraggio strumentate.....	21

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	Relazione Tecnica Generale	

1 PREMESSA

Nella seguente relazione si sintetizzano le caratteristiche descrittive dell'opera, del suo inserimento nel territorio e delle principali problematiche realizzative, e si descrive brevemente il monitoraggio in corso d'opera e in fase di esercizio della galleria naturale "Pala Soliana" inserita nelle opere dell'intervento CA357 progetto S.S. 131 "Carlo Felice" - Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500. L'intervento prevede l'adeguamento della S.S.131 a **Tipo B**.

La galleria è composta da due canne separate sx, in direzione Cagliari e dx con direzione Sassari e presenta coperture massime, riferite in chiave di calotta, pari a circa **95 m**.

La larghezza della piattaforma pavimentata della galleria della singola canna è pari a **9.75 m** più allargamenti.

La carpenteria della sagoma interna della galleria è una policentrica e presenta un raggio interno in chiave calotta pari a **6.10 m** (sagoma tipo 1) e variabile tra **6.10 e 6.40** (sagoma tipo 2), un piedritto verticale e un raggio interno dell'arco rovescio è pari a **12.00 m** (sagoma tipo 1) e **12.20** (sagoma tipo 2).

La galleria risulta composta da un tratto in naturale e da due tratti in artificiale agli imbocchi e viene realizzata fra le progressive seguenti:

GALLERIE	Asse	Progressiva sud	Progressiva nord	Lunghezza
GALLERIA PALA SOLIANA_GN01_TRATTO IN ARTIFICIALE	AP_dx	1.862,40	1.882,40	20,00
	AP_sx	1.871,65	1.888,65	17,00
GALLERIA PALA SOLIANA_GN01	AP_dx	1.882,40	2.902,60	1.020,20
	AP_sx	1.888,65	2.893,85	1.005,20
GALLERIA PALA SOLIANA_GN01_TRATTO IN ARTIFICIALE	AP_dx	2.902,60	2.917,60	15,00
	AP_sx	2.893,85	2.906,85	13,00

La galleria si sviluppa tra le progressive **1+871.65** e **2+906.85** in sx e tra le progressive **1+862.40** e **2+917.60** in dx e per una lunghezza complessiva di **1035.20 m** e **1055.20 m** rispettivamente.


La lunghezza complessiva del tratto in naturale risulta essere pari a **1005.20m** nell'asse sx e di **1020.20** per l'asse dx.

Per la caratterizzazione geomeccanica si rimanda alla *Relazione geotecnica*.

Per i risultati delle analisi deformative si rimanda alla *Relazione di calcolo*.

Per la descrizione dei parametri significativi per l'individuazione e la gestione delle soglie di attenzione e di allarme si rimanda alle *Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo*.

Per la descrizione di dettaglio del piano di monitoraggio si rimanda alla *Relazione di monitoraggio*.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

2 RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI


2.1 Normative, raccomandazioni e linee guida

- ✓ DM 17/01/2018. Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni
- ✓ Circolare 21/01/2019 n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al DM 17/01/2018
- ✓ Decreto Ministeriale LL.PP. 09/01/1996 – Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- ✓ Decreto Ministeriale LL.PP. 16/01/1996 – Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
- ✓ Circolare 15/10/1996 Ministero LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche di cui al decreto ministeriale 09/01/1996.
- ✓ Circolare 04/07/1996 Ministero LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche di cui al decreto ministeriale 16/01/1996.
- ✓ Decreto Ministeriale LL.PP. 11/03/1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- ✓ Circolare LL.PP. 24/09/1988 n.30483 – L.2.2.1974, n.64 - art.1 – Istruzioni per l'applicazione del D.M. 11/03/1988.
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003: “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modifiche e integrazioni.
- ✓ A.F.T.E.S. Groupe de Travail n. 7 – Tunnel support and lining. – “Recommendations for use of convergence – confinement method”.
- ✓ Raccomandazioni AICAP 1993 “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce”.
- ✓ ANAS, IT.PRL.05.18 – Rev.1.0 Capitolato Speciale di Appalto, Opere d'arte maggiori – Gallerie.

2.2 Bibliografia

2.2.1 Generali


- ✓ Hoek E. – *Strength of jointed rock masses, 23° Rankine Lecture* –Géotechnique 33, 187-223 (1983).
- ✓ Hoek E. – *Strength of rock and rock masses* – ISRM News Journal, 2(2), 4-16 (1994).
- ✓ Hoek E. and Brown, E.T. – *Underground excavations in rock* – London, Inst. Min. Metall. (1980).

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	Relazione Tecnica Generale	

- ✓ Hoek E. and Brown, E.T. – *Empirical strength criterion for rock masses* – J. Geotech. Engng. Div., ASCE, 106 (GT9), 1013-1035 (1980).
- ✓ Hoek E. and Brown, E.T. – *The Hoek-Brown failure criterion – a 1988 update* – In Rock Engineering for Underground excavations, 15° Canadian Rock Mech. Symp., 31-38. Toronto, Dept. Civil Engineering (1988).
- ✓ Hoek E., Kaiser, P.K. and Bawden W.F. – *Support of underground excavations in hard rock* – Rotterdam, Balkema - (1995).
- ✓ Hoek E. and Brown, E.T. – *Practical estimates of rock mass strength* – Int. J. Rock Mech. & Mining Sci. & Geomechanics Abstracts, 34(8), 1165-1186 (1997).
- ✓ Marinos P. and Hoek E. – GSI: a geologically friendly tool for rock mass strength estimation – Proceedings of the International Conference on Geotechnical & Geological Engineering, Melbourne, Australia (2000).
- ✓ Hoek E., Carranza-Torres C., Corkum B. (2002): "Hoek-Brown failure criterion" – 2002 Edition.
Hoek E. (2004): "Numerical Modelling for Shallow Tunnels in Weak Rock". Rocscience, April 2004.
- ✓ Ribacchi R. - *Recenti orientamenti nella progettazione statica delle gallerie* - AGI - XVIII Convegno Nazionale di Geotecnica. Rimini (1993).


2.2.2 Stabilità del cavo della galleria

- ✓ Chern J.C., Shiao F.Y., and Yu C.W. – *An empirical safety criterion for tunnel construction* – Proc. Regional Symposium on Sedimentary Rock Engineering, Taipei, Taiwan, 222-227 (1998).
- ✓ Lombardi G. – *Funzione dei sostegni e rivestimenti quale consolidamento nelle opere sotterranee* – Seminario su "Consolidamento di terreni e rocce in posto nell'ingegneria civile", Stresa, 191-229 (1978).
- ✓ Lombardi G. e Amberg W. (1974). *Une méthode de calcul élasto-plastique de l'état de tension et de déformation autour d'une cavité souterraine. Congresso Internazionale ISRM, Denver, 1974.*
Lombardi G. e Amberg W. – *L'influence de la méthode de construction sur l'équilibre final d'un tunnel* – 4th Int. Cong. On Rock Mech., Vol. 1, Montreaux (Suisse), 475-484 (1979).
- ✓ Lombardi G. – *"Qualche aspetto particolare della statica delle cavità sotterranee."* – Riv. It. Geotecnica (1975).
- ✓ Panet M. e Guellec P. – *Contribution a l'étude du soutènement d'un tunnel à l'arrière du front de taille* – 3rd Int. Congress on Rock Mech., Vol.2, Denver, ISRM, 1163-1168 (1974).
- ✓ Panet M., Guenot A. (1982). *Analysis of convergence behind the face of a tunnel* – Tunnelling '82, Brighton, 197-204.
- ✓ Lunardi P. (2000). *The design and construction of tunnels using the approach based on the analysis of controlled deformation in rocks and soils.* Tunnels & Tunnelling International, May 2000.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

2.2.3 Calcolo dei rivestimenti

- ✓ A.F.T.E.S. – *Considerations on the usual methods of tunnel lining design* (1993).
- ✓ Lembo Fazio A. – *Interazione tra il terreno ed il sostegno di una galleria* – L'ingegnere e l'architetto 1 – 8 (1995).

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La galleria si sviluppa tra le progressive 1+862.40 e +2+917.620 in dx e tra le progressive 1+871.65 e 2+906.85 in sx per una lunghezza complessiva di 1055.20 m e 1035.20 m rispettivamente.

In dx, 20 m sono relativi all'imbocco in artificiale lato Sud (Cagliari), 15 m sono relativi alla all'imbocco in artificiale lato Nord (Sassari), ed i rimanenti 1020.20 m sono previsti da scavare in naturale.

In sx, 17 m sono relativi all'imbocco in artificiale lato Sud (Cagliari), 13 m sono relativi alla all'imbocco in artificiale lato Nord (Sassari), ed i rimanenti 1005.20 m sono previsti da scavare in naturale.

In dx procedendo nel verso delle progressive crescenti, il tracciato planimetrico si sviluppa in flesso, inizialmente lungo una curva circolare sinistrorsa di raggio 1380 m, a questi succede un breve rettilo e poi un'ampia curva circolare destrorsa di raggio 1170.

In sx procedendo nel verso delle progressive decrescenti (verso di marcia), il tracciato planimetrico si sviluppa in clotoide, poi in un rettilo di lunghezza 275.46 m e poi in curva destrorsa, di raggio 1200 m.

Il profilo altimetrico è caratterizzato per la totalità dello sviluppo della galleria da una livelletta a pendenza costante pari al 1.27%, in salita verso le progressive crescenti.

La piattaforma stradale "corrente" è larga complessivamente 9.75 m. Ai margini della piattaforma saranno collocati gli elementi redirettivi in c.a.

Nella galleria sono state inserite due piazzole di sosta di 45m tra le progressive:

sx: 2+261.45 – 2+309.45 con sagoma P1

dx: 2+295.90– 2+343.90 con sagoma P2


Si prevede la realizzazione di due Bypass pedonali e di un Bypass carrabile, distanziati 300 m, alle seguenti progressive riferite alla canna dx:

GN01_BPP01 2+089.25

GN01_BPPC01 2+387.48 (carrabile e pedonale)

GN01_BPP01 2+689.22

Le nicchie saranno ubicate ogni 150m.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

4 FASI COSTRUTTIVE

L'elaborato di riferimento è [CA357_P00GN01STRPE01_A](#).

Gli scavi della galleria avverranno dagli imbocchi Lato Cagliari (sud). Per prima cosa verranno realizzate le paratie provvisorie di imbocco.

La realizzazione delle opere di imbocco lato Sassari (nord) potrà essere temporalmente sfalsata, nel rispetto delle tempistiche necessarie allo scavo delle due canne.

Una volta realizzata la dima e il concio d'attacco, lo scavo della galleria naturale comincerà dalla [canna sx](#).

Fino alla progressiva [2+080](#), dove si raggiunge un distanziamento tra le due canne in progetto paria ad un diametro, è previsto un consolidamento radiale dalla canna sinistra, in direzione della destra, mediante chiodi in vetroresina valvolati (1 valvola/ml) di lunghezza [10m](#).


Lo scavo della galleria avverrà con sfondi di [1 – 1.20 m](#) per campi di avanzamento paria a [12m](#).

La realizzazione dell'arco rovescio e delle murette avverrà ad una massima distanza di [36 m](#) (circa [3 diametri](#)).

Il getto del rivestimento definitivo avverrà ad una distanza massima di [72m](#) (circa [6 diametri](#)) e sarà ottimizzata in funzione della risposta deformativa del cavo evidenziata dal monitoraggio in corso d'opera.

Lo scavo della canna dx con le stesse modalità sopra descritte potrà avvenire solo dopo aver completato il rivestimento della galleria artificiale di imbocco sulla canna sx che fornisce contrasto al lato della paratia con tiranti interferenti con la sagoma di scavo della canna dx. Lo scavo della canna dx dovrà essere arretrato di una distanza minima di 150m rispetto allo scavo della canna sx. in ogni caso il rivestimento definitivo della galleria in canna sx dovrà essere stato eseguito fino ad almeno 30 m in avanzamento rispetto al fronte della canna dx.

AL termine dello scavo delle gallerie naturali saranno completate le gallerie artificiali di imbocco (lato Cagliari dx e lato Sassari, sx e dx).

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

5 SAGOME TIPO ADOTATE

I rivestimenti definitivi saranno caratterizzati dalle seguenti sagome in sx:

GALLERIE	Asse	Progressiva sud	Progressiva nord	Sagoma tipo	Lunghezza totale
GALLERIA PALA SOLIANA_GN01_TRATTO IN ARTIFICIALE	AP_sx	1.871,65	1.888,65	1	17,00
GALLERIA PALA SOLIANA_GN01	AP_sx	1.888,65	2.893,85	1	1.005,20
GALLERIA PALA SOLIANA_GN01_TRATTO IN ARTIFICIALE	AP_sx	2.893,85	2.906,85	1	13,00


Per garantire le richieste distanze di visibilità al flusso di traffico Sud-Nord, dall'imbocco lato sud alla progressiva 2+650 circa, è risultato necessario prevedere un allargamento della piattaforma stradale in sx pari a circa 0.45 m (Sagoma Tipo 2).

Conseguentemente i rivestimenti definitivi saranno caratterizzati dalle seguenti sagome in dx:

GALLERIE	Asse	Progressiva sud	Progressiva nord	Sagoma tipo	Lunghezza totale
GALLERIA PALA SOLIANA_GN01_TRATTO IN ARTIFICIALE	AP_dx	1.862,40	1.882,40	2	20,00
GALLERIA PALA SOLIANA_GN01	AP_dx	1.882,40	2.647,40	2	765,00
GALLERIA PALA SOLIANA_GN01	AP_dx	2.647,40	2.902,60	1	255,20
GALLERIA PALA SOLIANA_GN01_TRATTO IN ARTIFICIALE	AP_dx	2.902,60	2.917,60	1	15,00

Le sagome adottate sono rappresentate nei seguenti elaborati:

Sagoma tipo 1:	CA357_T00GN00TRAST01_A
Sagoma tipo 2:	CA357_T00GN00TRAST02_A
Piazzola di sosta:	CA357_T00GN00TRAST03_A
Bypass carrabile e pedonale:	CA357_T00GN00TRAST04_A
Bypass pedonale:	CA357_T00GN00TRAST05_A
Galleria artificiale di imbocco sagoma tipo 1:	CA357_P00GA00OSTCP01_A
Galleria artificiale di imbocco sagoma tipo 2:	CA357_P00GA00OSTCP02_A

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

6 SEZIONI DI AVANZAMENTO

Nel presente capitolo verranno definiti gli interventi da adottare durante la realizzazione della galleria, necessari a garantire la stabilità del cavo a breve e a lungo termine, in accordo con le indicazioni provenienti dall'analisi del comportamento deformativo allo scavo (fase di diagnosi).

Le sezioni tipo applicate alla costruzione della galleria sono le seguenti:

- ✓ Sezione di avanzamento B0 – Sagoma 1 (B0-1)
- ✓ Sezione di avanzamento B0 – Sagoma 2 (B0-2)
- ✓ Sezione di avanzamento B2 – Sagoma 1 (B2-1)
- ✓ Sezione di avanzamento B2 – Sagoma 2 (B2-2)
- ✓ Sezione di avanzamento C1 – Sagoma 1 (C1-1)
- ✓ Sezione di avanzamento C1 – Sagoma 2 (C1-2)
- ✓ Sezione di avanzamento Piazzola di sosta (P1)
- ✓ Sezione di avanzamento Piazzola di sosta (P2)
- ✓ Sezione di avanzamento Bypass pedonale (BP)
- ✓ Sezione di avanzamento Bypass carrabile e pedonale (BCP)

A continuazione sono descritte le sezioni tipo di avanzamento, la successione delle fasi esecutive ed i campi di applicazione.

6.1 Sezione di avanzamento B0 – Sagoma 1

Tavola di riferimento: CA357_P00GN00OSTST01_A

Si prevede l'applicazione della sezione di avanzamento B0 per il 70% dello sviluppo della Galleria una volta superate le zone detensionate di imbocco.


La sezione di avanzamento B0 associata alla sagoma interna di tipo 1 viene applicata nei tratti seguenti:

canna sx: Pr. 1+924.65 – 2+857.85 al 70% (escludendo il tratto con piazzola di sosta) con una lunghezza stimata di applicazione pari a L= 620 m

canna dx: Pr. 2+650.40 – 2+866.40 al 70% con una lunghezza stimata di applicazione pari a L= 151.20 m.

Sono previsti i seguenti principali interventi:

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte sp=10 cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato sp=25 cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m.
- ✓ consolidazione con 6/7 chiodi radiali in vetroresina cementati in foro ed iniettati di lunghezza 10 m con passo 1.5 m da eseguire solo nella canna sx in direzione della destra fino alla progressiva 2+080.

Per il rivestimento definitivo fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ -rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo, di spessore variabile trasversalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta di 0.60 m eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

6.2 Sezione di avanzamento B0 – Sagoma 2

Tavola di riferimento: CA357_P00GN00OSTST02_A-


Si prevede l'applicazione della sezione di avanzamento B0 per il 70% dello sviluppo della Galleria una volta superate le zone detensionate di imbocco.

La sezione di avanzamento B0 associata alla sagoma interna di tipo 2 viene applicata nei tratti seguenti:

canna dx: **Pr. 1+918.40 – 2+650.40 al 70%** (escludendo il tratto con piazzola di sosta) con una lunghezza stimata di applicazione pari a **L= 478.80 m**

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte $sp=10$ cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato $sp=25$ cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m.

Per il rivestimento definitivo sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo, di spessore variabile trasversalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta di 0.60 m eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

6.3 Sezione di avanzamento B2 – Sagoma 1

Tavola di riferimento: CA357_P00GN00OSTST03_A-

Si prevede l'applicazione della sezione di avanzamento B2 per il 30% dello sviluppo della Galleria una volta superate le zone detensionate di imbocco.


La sezione di avanzamento B2 associata alla sagoma interna di tipo 1 viene applicata nei tratti seguenti:

canna sx: Pr. 1+924.65 – 2+857.85 al 30% (escludendo il tratto con piazzola di sosta) con una lunghezza stimata di applicazione pari a $L= 265,20$ m

canna dx: Pr. 2+650.40 – 2+866.40 al 30% con una lunghezza stimata di applicazione pari a $L= 64.80$ m

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento $L=24.00$ m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione $D=90$ mm);
- ✓ preconsolidamento al fronte con 36 chiodi al fronte in vetroresina cementati in foro di 60 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione $D=100$ mm) $L=21.00$ m con sovrapposizione 9.00 m;
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte $sp=10$ cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato $sp=25$ cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1,20 m;
- ✓ consolidazione con 6/7 chiodi radiali in vetroresina cementati in foro ed iniettati di lunghezza 10 m con passo 1.5 m da eseguire solo nella canna sx in direzione della destra fino alla progressiva 2+080.

Per il rivestimento definitivo sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo, di spessore variabile trasversalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta di 0,60 m eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

6.4 Sezione di avanzamento B2 – Sagoma 2

Tavola di riferimento: CA357_P00GN00OSTST04_A.


Si prevede l'applicazione della sezione di avanzamento B2 per il 30% dello sviluppo della Galleria una volta superate le zone detensionate di imbocco.

La sezione di avanzamento B2 associata alla sagoma interna di tipo 2 viene applicata nei tratti seguenti:

canna dx: Pr. 1+918.40 – 2+650.40 al 30% (escludendo il tratto con piazzola di sosta) con una lunghezza stimata di applicazione pari a $L= 205.20$ m

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento $L=24.00$ m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione $D=90$ mm);
- ✓ preconsolidamento al fronte con 38 chiodi al fronte in vetroresina cementati in foro di 60 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione $D=100$ mm) $L=21.00$ m con sovrapposizione 9,00 m;
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte $sp=10$ cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato $sp=25$ cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m.

Per il rivestimento definitivo sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ -rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo, di spessore variabile trasversalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta di 0.60 m eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

6.5 Sezione di avanzamento C1 – Sagoma 1

Tavola di riferimento: CA357_P00GN00OSTST05_A.

Si prevede l'applicazione della sezione di avanzamento C1 nelle zone detensionate di imbocco.

La sezione di avanzamento C1 associata alla sagoma interna di tipo 1 viene applicata nei tratti seguenti:


canna sx: Pr. 1+888.65 – 1+924.65 con una lunghezza di applicazione pari a $L= 36.00$ m

canna sx: Pr. 2+857.85 – 2+893.85 con una lunghezza di applicazione pari a $L= 36.00$ m

canna dx: Pr. 2+866.40 – 2+902.60 con una lunghezza di applicazione pari a $L= 36.20$ m

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento $L=24.00$ m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione $D=90$ mm);
- ✓ preconsolidamento al contorno del cavo con 38 tubi metallici acciaio S355 H di 114.3 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione $D=140$ mm), valvolati (1valv/m) e iniettati di $L=16.00$ m con sovrapposizione 4.00 m;
- ✓ preconsolidamento al fronte con 36 chiodi al fronte in vetroresina cementati in foro di 60 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione $D=100$ mm) $L=21.00$ m con sovrapposizione 9.00 m;
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.00 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte $sp=10$ cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 30% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato $sp=25$ cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.00 m.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

Per il rivestimento definitivo sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio armato di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo armato, di spessore variabile trasversalmente e longitudinalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta variabile tra 0.50 m e 1.30 m da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

6.6 Sezione di avanzamento C1 – Sagoma 2

Tavola di riferimento: CA357_P00GN00OSTST06_A.

Si prevede l'applicazione della sezione di avanzamento C1 nelle zone detensionate di imbocco.

La sezione di avanzamento C1 associata alla sagoma interna di tipo 2 viene applicata nei tratti seguenti:


canna dx: [Pr. 1+882.40 – 1+918.40](#) con una lunghezza di applicazione pari a $L=36.00$ m

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento $L=24.00$ m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione $D=90$ mm);
- ✓ preconsolidamento al contorno del cavo con 38 tubi metallici acciaio S355 H di 114.3 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione $D=140$ mm), valvolati (1valv/m) e iniettati di $L=16.00$ m con sovrapposizione 4.00 m;
- ✓ preconsolidamento al fronte con 38 chiodi al fronte in vetroresina cementati in foro di 60 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione $D=100$ mm) $L=21.00$ m con sovrapposizione 9.00 m;
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.00 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte $sp=10$ cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 30% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato $sp=25$ cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.00 m.

Per il rivestimento definitivo sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio armato di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo armato, di spessore variabile trasversalmente e longitudinalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta variabile tra 0.50 m e 1.30 m da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

6.7 Sezione di avanzamento Piazzola di sosta – P1

Tavola di riferimento: CA357_P00GN00OSTST07_A.


La sezione di avanzamento Piazzola di sosta – P1 si applica nella canna sx tra le progressive 2+261.45 e la progressiva 2+309.45 per uno sviluppo di 48.00 m.

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12,00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ preconsolidamento al fronte con 45 chiodi al fronte in vetroresina cementati in foro di 60 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione D=100 mm) L=21.00 m con sovrapposizione 9,00 m;
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte sp=10 cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato sp=25 cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m.

Per il rivestimento definitivo sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio armato di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo armato, di spessore variabile trasversalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta di 0.70 m eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

6.8 Sezione di avanzamento Piazzola di sosta – P2

Tavola di riferimento: CA357_P00GN00OSTST08_A.

La sezione di avanzamento Piazzola di sosta – P2 si applica nella canna dx tra le progressive 2+295.90 e la progressiva 2+343.90 per uno sviluppo di 48.00 m.

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ preconsolidamento al fronte con 45 chiodi al fronte in vetroresina cementati in foro di 60 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione D=100 mm) L=21.00 m con sovrapposizione 9.00 m;
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte sp=10 cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato sp=25 cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m.

Per il rivestimento definitivo sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio armato di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo armato, di spessore variabile trasversalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta di 0.70 m eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

6.9 Sezione di avanzamento Bypass

Si prevede la realizzazione di due Bypass pedonali e di un Bypass carrabile, distanziati 300 m, alle seguenti progressive riferite alla canna dx:

GN01_BPP01	2+089.25
GN01_BPPC01	2+387.48 (carrabile e pedonale)
GN01_BPP01	2+689.22


SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

Tavola di riferimento: CA357_P00GN00OSTST09_A. (pedonale)
CA357_P00GN00OSTST10_A. (carrabile e pedonale)

Per il rivestimento di prima fase dei Bypass pedonali sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte sp=10 cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato sp=25 cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m.


Per il rivestimento definitivo dei Bypass pedonali sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio armato i 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo armato, di spessore variabile trasversalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta di 0.70 m eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).


Per il rivestimento di prima fase del Bypass carrabile e pedonale sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ preconsolidamento al fronte con 26 chiodi al fronte in vetroresina cementati in foro di 60 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione D=100 mm) L=21.00 m con sovrapposizione 9.00 m;
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte sp=10 cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato sp=25 cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m.

Per il rivestimento definitivo del Bypass carrabile e pedonale sono previsti i seguenti principali interventi:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

- ✓ getto dell'arco rovescio armato i 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo armato, di spessore variabile trasversalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta di 0.70 m eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

7 APPLICAZIONE DEL MONITORAGGIO ALLE SEZIONI

Il monitoraggio in corso d'opera presenta un mezzo forte di controllo della coerenza progettuale e dell'applicabilità delle condizioni al contorno ipotizzate in fase di progettazione.

Esso permette di verificare le seguenti condizioni:

- ✓ verificare la rispondenza di quanto misurato in situ rispetto alle ipotesi di progetto;
- ✓ verificare e ottimizzare l'intensità degli interventi previsti (numero di consolidamenti al fronte, lunghezze delle sovrapposizioni, passo delle centine, ecc.) in relazione alla risposta deformativa del fronte e dello stato tensionale nei rivestimenti;
- ✓ verificare la corretta applicazione delle sezioni tipologiche previste in progetto;
- ✓ segnalare la necessità o possibilità di applicazioni di sezioni tipo differenti da quelle previste in progetto.

L'interpretazione dei dati di monitoraggio si basa principalmente sulla "corretta interpretazione" del comportamento tenso-deformativo al fronte e al contorno del cavo con una analisi completa di tutti i dati provenienti dal monitoraggio.


In altri termini valutando contemporaneamente il rilievo geologico, le misure di estrusione, di convergenza e di subsidenza si può valutare e ipotizzare il meccanismo di collasso dal cavo e i margini rispetto a tale situazione per poter eventualmente intervenire in una nuova taratura del progetto realizzato in opera.

Per meglio interpretare i dati di monitoraggio si è soliti stabilire dei "**valori di soglia**" che risultano essere dei valori di riferimento limite rispetto alle ipotesi progettuali.

Sono quindi introdotti i seguenti valori di soglia:

- ✓ **Soglia di attenzione.** Al superamento di tale soglia si eseguirà un'accurata verifica dell'esecuzione delle fasi costruttive previste e si valuterà tempestivamente se apportare leggere modifiche a tali lavorazioni, orientati dalla presenza o meno di eventuali segni premonitori di instabilità dell'evoluzione temporale delle misure, valutando la successiva stabilizzazione della risposta;
- ✓ **Soglia di allarme.** Al superamento di tale soglia si aumenterà opportunamente la prevista frequenza delle misure per verificare l'eventuale progressiva stabilizzazione della risposta.

Qualora le velocità di variazione delle grandezze misurate non si annullino in breve termine, le operazioni di scavo si arresteranno e si applicheranno tempestivamente dei provvedimenti atti a contrastare la tendenza al comportamento instabile del cavo.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

7.1 Misure delle soglie di attenzione di allarme sul rivestimento di prima fase

I valori di soglia di attenzione e di allarme risultano così definiti per una deformata C_{ATTESA} ottenuta con calcoli svolti in condizioni drenate:

- soglia di attenzione: **1.2 C_{ATTESA}**
- soglia di allarme: **1.3 $S_{ATTENZIONE}$**

I valori della deformata sono stati considerati per la fase di calcolo al getto dell'arco rovescio e risultano così suddivisi in funzione della Formazione incontrata e del ricoprimento del terreno considerato nei calcoli:

Sezione Tipo	H (m)	Range teorico Conv. (mm)	Soglia di	Soglia di
			attenzione Conv. (mm)	allarme Conv. (mm)
B0 e B2	95,0	30,0	36,0	46,8
C1	30,0	13,0	15,6	20,3
Piazzola di sosta	65,0	21,0	25,2	32,8
Bypass	60,0	13,0	15,6	20,3

7.2 Valori di estrusione attesa sul fronte

Il criterio di definizione dei valori di soglia delle estrusioni non può essere basato direttamente sui risultati delle analisi numeriche alle differenze finite perché queste ultime sono sviluppate nel piano della sezione trasversale della galleria.


Si fa quindi riferimento a dei risultati di analisi numeriche tridimensionali svolte in casi confrontabili con quelli in esame, da cui si evince che il valore di estrusione del fronte è prossima al 60% della massima convergenza diametrale verticale del contorno, in presenza di priverivestimento e in assenza di consolidamento del fronte.

L'esperienza ricavata da misure di estrusione al variare della lunghezza dei tubi in VTR (Lunardi, 2000) indica che in presenza di efficaci consolidamenti, l'estrusione è circa il 25% di quella del fronte non sostenuto uf.

Quindi otteniamo:

$$C_{ESTRUSIONE\ ATTESA} = 0.60 \times 0.25 \times uf = 0.15 uf$$

I valori di soglia di attenzione e di allarme per le misure di estrusione dei fronti risultano quindi così definiti:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	Relazione Tecnica Generale	

- soglia di attenzione = **1.2 C**ESTRUSIONE ATTESA
- soglia di allarme = **1.3 S**ATTENZIONE

Sezione Tipo	H	Range teorico	Soglia di attenzione	Soglia di allarme
(m)	Copertura	Estrusione. (mm)	Estrusione. (mm)	Estrusione. (mm)
B0 e B2	65	4,5	5,4	7,0
C1	30	2,0	2,3	3,0
Piazzola di sosta	65	3,2	3,8	4,9
Bypass pedonale	60	2,0	2,3	3,0

7.3 Stazioni di monitoraggio strumentate

Il Capitolato Anas prevede:

Tabella 10-1: Caratteristiche delle Stazioni

stazione	Posizione	Letture	Durata
Imbocchi	Per ogni imbocco	Giornaliera	Per tutta la durata del cantiere
Gallerie superficiali urbane	Ogni 100 m o meno	Giornaliera o inferiore	Per tutta la durata del cantiere
Gallerie superficiali extraurbane	Ogni 250 m o meno	Giornaliera o inferiore	Per tutta la durata del cantiere
Fondamentali	Ogni 1000 m o meno	Giornaliera (se significativa) o superiore	Fino al collaudo (Strumentazione esterna)
Principali	500 m o meno	Giornaliera o inferiore	Oltre il passaggio del fronte (≥ 5 diametri) o fino al getto del rivestimento definitivo
Secondarie	Ogni 50 m o meno	Ogni fase lavorativa o inferiore	Oltre il passaggio del fronte (3 diametri) o fino al getto del rivestimento definitivo
Monitoraggio al fronte	Ogni campo di lavoro	Ogni 10 m	Fino al getto del rivestimento definitivo
Rilievo del fronte di scavo (in terreni sciolti e lapidei)	Ogni 10 m	Ogni 10 m	-----


Caratteristiche Stazioni di monitoraggio in corso d'opera, Capitolato Speciale di Appalto, Anas

Tabella 10-2: Caratteristiche delle Stazioni

Stazione	Posizione	Letture (*)	Durata (*)
Imbocchi	Per ogni imbocco	Giornaliera	Per tutta la durata del cantiere
Gallerie superficiali urbane	100 m o meno	Giornaliera o inferiore	Fino al collaudo
Gallerie superficiali extraurbane	250 m o meno	Giornaliera o inferiore	Fino al collaudo
Fondamentali	1000 m o meno	Giornaliera (se significativa)	Fino al collaudo
Principali	500 m o meno	Giornaliera	Fino al collaudo
Monitoraggio conci prefabbricati	100 m o meno	Giornaliera o inferiore	

(*) Letture da effettuare, dopo il collaudo, con frequenza semestrale o inferiore, per la vita dell'opera

Caratteristiche Stazioni di monitoraggio in esercizio, Capitolato Speciale di Appalto, Anas

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

Nel caso in esame le due canne hanno estensioni di poco superiori ai 1000m, pertanto, le stazioni di misura saranno articolate come segue:

- ✓ (4) Stazioni per gli imbocchi;
- ✓ (4) Stazioni fondamentali coincidenti con le sezioni di calcolo.

Le progressive delle stazioni di monitoraggio sono le seguenti:

- ✓ Stazione 1 di imbocco asse sx progr.1+890.00
- ✓ Stazione 2 di imbocco asse dx progr.1+890.00
- ✓ Stazione 3 fondamentale (calcolo) asse sx progr.1+920.00
- ✓ Stazione 4 fondamentale (calcolo) asse dx progr.1+920.00
- ✓ Stazione 5 fondamentale (calcolo) asse sx progr.2+620.00
- ✓ Stazione 6 fondamentale (calcolo) asse dx progr.2+620.00
- ✓ Stazione 7 di imbocco asse sx progr.2+890.00
- ✓ Stazione 8 di imbocco asse dx progr.2+890.00

Le misure effettuate si divideranno in:

- ✓ misure all'interno del cavo;
- ✓ misure all'esterno del cavo (per le stazioni di imbocco, strumenti piezometri ed inclinometri).

Nella tabella seguente si riportano le strumentazioni installate nelle varie stazioni di monitoraggio:

QUANTITA' STRUMENTAZIONI PALA SOLIANA									
STRUMENTO	QUANTITA' SU STAZIONI N.								TOTALE
	1	2	3	4	5	6	7	8	
CC	2	2	2	2	2	2	2	2	16
CP	5	5	5	5	5	5	5	5	40
SG	6	6	6	6	6	6	6	6	48
SGC	16	16	16	16	16	16	16	16	128
Estensimetro multibase			3	3	3	3			12
Inclinometro esterno	1							1	2
Piezometro esterno	1							1	2

Con:

- CC Celle di carico al piede della centina rivestimento prima fase;
- CP sono le Celle di pressione radiale su rivestimento prima fase;
- SG Strain Gauges su rivestimento prima fase;
- SGC Strain Gauges su rivestimento definitivo.

Per maggiori dettagli si rimanda alle relazione del piano di monitoraggio.