

S.S. 106 "JONICA"

Variante all' abitato di Palizzi della SS 106 Jonica
2° LOTTO dal Km 49+485 al Km 51+750
Lavori di completamento della carreggiata di valle
(II° Stralcio funzionale)

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTISTA / DIRETTORE DEI LAVORI:
Ing. Antonio DIENI
Ordine Ingegneri di Reggio Calabria n.2038

GEOLOGO / RESPONSABILE AMBIENTALE:
Geol. Mimmo PRESTA
Albo Geol. della Regione Calabria n.371

Visto: il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Antonella PIRROTTA

ELABORATI GENERALI

Relazione generale

CODICE PROGETTO		NOME FILE T00GE00GENRE01_D.dwg		FOGLIO	SCALA:
DP CZ0301 E18		CODICE ELAB. T00GE00GENRE01D		- - DI - -	-
EMISSIONE	DESCRIZIONE			DATA	
REV. 0	PRIMA EMISSIONE			Sett. 2018	
REV. 1	EMISSIONE			Giu. 2020	
REV. 2	EMISSIONE			Ott. 2020	
REV. 3	EMISSIONE			Lug. 2021	

PROGETTO ESECUTIVO

S.S. "106 JONICA"

Variante all'abitato di Palizzi della SS 106 Jonica

2° LOTTO dal km 49+485 al km 51+750

Lavori di completamento della carreggiata di valle

(II° Stralcio funzionale)

RELAZIONE GENERALE

INDICE

1. PREMESSA	5
2. INQUADRAMENTO GENERALE	7

3.	LIVELLI PROGETTUALI PRECEDENTI	10
3.1.	Progetto esecutivo originario	10
3.2.	Progetto variante S. Antonino e completamento via di Monte	11
4.	STATO DI FATTO DELLE OPERE	15
5.	PROGETTO ESECUTIVO DI COMPLETAMENTO CARREGGIATA DI VALLE	18
5.1.	Quadro di riferimento normativo	18
5.2.	Rilievi	19
5.2.1.	Rete principale di inquadramento	19
5.2.2.	Raffittimento rete secondaria	21
5.2.3.	Rilievi celerimetrici	22
5.3.	Progetto Stradale	23
5.3.1.	Descrizione del tracciato	24
5.3.2.	Sezioni tipo stradali	25
5.3.3.	Piazzole di sosta	28
5.3.4.	Barriere di sicurezza	28
5.3.5.	Pavimentazioni	29
5.4.	Geologia e Geotecnica	29
5.4.1.	Premessa	29
5.4.2.	Indagini geognostiche e geofisiche	30
5.4.1.	Modello geologico di riferimento	32
5.4.1.	Inquadramento Geotecnico	47
5.4.2.	Stratigrafia di riferimento	49
5.4.3.	Parametri Geotecnici	52
5.4.4.	Inquadramento Sismico e Categorie di sottosuolo	53
5.5.	Idrologia e Idraulica	55
5.5.1.	Interferenze idrauliche	55
5.5.2.	Idraulica di piattaforma e relativo smaltimento	59
5.6.	Opere d'arte principali	61
5.6.1.	Viadotti	61
5.6.2.	Gallerie artificiali	68
5.6.3.	Gallerie naturali	71
5.7.	Opere d'arte minori	76
5.8.	Espropri	78
5.9.	Inserimento ambientale, opere a verde e paesaggistiche	79
5.9.1.	Interventi di mitigazione acustica	80

5.9.2.	Interventi di inserimento paesaggistico	80
5.9.3.	Opere a verde	81
5.9.4.	Sistemazione ambientale siti di deposito definitivi	82
5.9.5.	Monitoraggio ambientale	82
5.10.	Cantierizzazione	88
5.10.1.	Criteri di pianificazione della canterizzazione	88
5.10.2.	Cronoprogramma dei lavori	90
5.10.3.	Bilancio Terre	92
5.10.4.	Cave e Discariche.....	94
5.11.	Impianti	96
5.11.1.	Tipologia dei lavori carreggiata di valle	96
5.11.2.	Tipologia degli interventi sulle canne di monte.....	100

SOMMARIO

Progetto:	S.S."106 JONICA" Variante all'abitato di Palizzi della SS 106 Jonica 2° LOTTO dal km 49+485 al km 51+750 Lavori di completamento della carreggiata di valle (II° Stralcio funzionale)
Livello:	Esecutivo
Soggetto Aggiudicatore:	ANAS S.p.A.

1. PREMESSA

La presente relazione illustra il progetto esecutivo "di completamento" dell'intervento denominato: **S.S."106 JONICA" Variante all'abitato di Palizzi della SS 106 Jonica - 2° LOTTO dal km 49+485 al km 51+750 - Lavori di completamento della carreggiata di valle (II° Stralcio funzionale)**

Il progetto interessa il territorio del Comune di Palizzi in provincia di Reggio Calabria nella regione Calabria e riguarda appunto il completamento dei lavori in precedenza avviati per la realizzazione della variante a 4 corsie alla SS 106 nel tratto di Palizzi, si precisa che per errori nella segnaletica, l'intervento ha termine alla chilometrica 53+750 del tracciato della SS106 esistente e non al km 51+750 come indicato nei titoli

L'intervento è previsto nell'Addendum al PIANO OPERATIVO FONDO SVILUPPO E COESIONE INFRASTRUTTURE 2014-2020 (Del. CIPE n. 54/2016) approvato con Delibera CIPE 98/2017 del dicembre 2017.

In particolare il presente progetto, dell'estesa di 3,5 km circa, è relativo al completamento della carreggiata di valle (2 corsie da 3.75 m, banchina in dx da 1.75 m ed in sx da 0.50 m per un pavimentato complessivo di 9.75 m) dell'infrastruttura originariamente appaltata (strada extraurbana principale cat. B) e di cui è stata recentemente ultimata e aperta al traffico la carreggiata di monte.

Nell'ambito del progetto sono previsti il completamento di quattro gallerie già parzialmente realizzate e lavori di finitura per i due viadotti presenti e già costruiti, oltre al completamento del corpo stradale.

Si precisa infatti che - per cause indipendenti dalla volontà della stazione appaltante - non fu possibile, dopo l'avvio dei lavori di realizzazione della variante a 4 corsie affidati all'impresa Società Italiana per Condotte d'Acqua S.p.A. procedere al relativo completamento in un'unica soluzione, principalmente a causa del lungo fermo cantiere che seguì un grave evento franoso occorso nel 2007 e del venir meno dei finanziamenti. Infatti dopo il dissesto e le connesse gravi ripercussioni tecniche ed amministrative, nel 2011, anche per la scarsità di risorse si poté appaltare unicamente il progetto della carreggiata di monte (via

Nord) individuata come I° stralcio funzionale dei lavori di completamento e riorganizzata per consentire la circolazione del traffico a due corsie, una per senso di marcia.

Al momento, stante la disponibilità di risorse economiche da fondi FSC ex delibera CIPE 98/2017, è possibile pervenire al completamento dell'originario progetto approvato, senza apportarvi alcuna significativa variazione.

Trattandosi di mero completamento con realizzazione della carreggiata parallela a quella in esecuzione (appalto 2011 secondo il progetto approvato nel 2004), rimangono infatti del tutto confermati sia il tracciato che le opere definiti nell'originario progetto redatto per la "**Costruzione della Variante all'abitato di Palizzi della SS 106 Jonica – 2° lotto dal km 49+485 al km 51+750**" (53+750) tratto stradale a 4 corsie in variante all'attuale sede della Jonica che aveva a suo tempo acquisito le seguenti principali autorizzazioni:

- Decreto direttoriale "DICOTER" 171 del 19/02/2004 in cui, a valle del pronunciamento favorevole della Conferenza di Servizi apertasi il 12/09/2003 e constatato il raggiungimento dell'intesa Stato-Regione Calabria, viene autorizzata la realizzazione dell'opera
- Decreto di Compatibilità Ambientale DECVIA 6385 del 24/08/2001 emesso di concerto da Ministero dell'Ambiente e Ministero per i Beni e le Attività Culturali
- Autorizzazione archeologica prot 8544 del 19/04/2004 emessa dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici della Calabria

In aggiunta a quanto sopra si precisa che il presente progetto di completamento è stato trasmesso al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che, in data 21/02/2018, ha emesso il parere positivo 79/2018 con prescrizioni cui si dà puntuale riscontro nella relazione specifica e negli elaborati in essa richiamati

2. INQUADRAMENTO GENERALE

Procedendo da Reggio Calabria in direzione Taranto, eccettuati i primi 9 km essenzialmente urbani, la SS 106 attuale è caratterizzata fino al km 48+100 da una piattaforma a carreggiata unica con una corsia per senso di marcia. Nel tratto successivo dal km 48+100 al km 49+485 - di approccio all'intervento in oggetto - sono presenti 2 carreggiate con 2 corsie per senso di marcia, realizzate in previsione della costruzione della "Variante di Palizzi" prevista a doppia carreggiata. Dopo il km 53+750 (erroneamente indicato come 51+750), fine variante, si torna alla sezione con piattaforma a carreggiata unica, che viene mantenuta fino al km 98 circa da dove è possibile raggiungere il Megalotto 1 di Locri a due carreggiate, che - a sua volta - prosegue ancora con la variante di Giosa Jonica e la Variante di Roccella, per reimmettersi in sede al km 118+500.

La presente relazione fa appunto riferimento al progetto di completamento redatto per la "Costruzione della Variante all'abitato di Palizzi della SS 106 Jonica - 2° lotto dal km 49+485 al km 51+750" (53+750) tratto stradale a 4 corsie in variante all'attuale sede della Jonica che a suo tempo era stato appaltato e aveva visto avviare la realizzazione di una parte significativa delle opere ivi previste.

Nelle figure seguenti è riportato un inquadramento generale, finalizzato all'individuazione del tratto interessato dal progetto



3. LIVELLI PROGETTUALI PRECEDENTI

Come accennato, l'attuale progetto di completamento si sviluppa a partire da precedenti elaborazioni e si rende necessario per il mancato completamento delle opere già avviate, la cui realizzazione fu interrotta per cause non dipendenti dalla Stazione Appaltante.

3.1. Progetto esecutivo originario.

Il progetto esecutivo originario – redatto nel 2004 dalla *Società Italiana per Condotte d'Acqua S.p.A* (aggiudicataria di una gara per appalto integrato di progettazione ed esecuzione) - prevedeva la realizzazione di una variante a doppia carreggiata (cat. B del DM 5/11/2001) al tratto della SS 106 esistente di attraversamento dell'abitato di Palizzi in provincia di Reggio Calabria.

La larghezza pavimentata di ogni piattaforma era prevista in 9,75 e comprendeva due corsie di marcia da 3,75 m ognuna, una banchina in destra della larghezza di 1,75 m ed una banchina in sinistra di 50 cm.

Lungo il tracciato della variante, che presentava un'estensione complessiva di 3,7 Km, erano previste in progetto le seguenti opere maggiori (2 viadotti e 4 gallerie a doppia canna) per l'attraversamento delle incisioni e dei rilievi posti a tergo dell'abitato.

- Viadotto Fiumara Palizzi di lunghezza pari a ml. 280,00 e ml 309,00 rispettivamente per la carreggiata di monte e quella di valle;
- Viadotto Fiumara Simmero di lunghezza pari a ml. 164,00;
- Galleria Palizzi Marina lunghezza totale, L=440.21 m per la via di corsa di monte e 429.45 per quella di valle;
- Galleria Ambusena di lunghezza totale ml. 132,50, per la via di monte e ml. 91.00 per quella di valle;
- Galleria Peristeri lunghezza totale di ml. 983,30 per la canna di monte, e di ml.1013,50 per la via di valle;
- Galleria S.Antonino con una lunghezza totale di 680,75 ml. per la via di monte e 730,47 per quella di valle)..

Il quadro complessivo delle opere era completato da manufatti scolorari e opere di sostegno.

Questo progetto veniva approvato in data 19/12/2005 dal CdA dell'ANAS ed i lavori erano consegnati all'impresa in data 30/08/2006 per la realizzazione delle opere.

Dopo l'avvio dei lavori e la realizzazione di parte delle opere in data 03/12/2007 si verificava un grave dissesto che coinvolgeva la galleria S. Antonino con pesanti danni alla stessa e lungo fermo del cantiere, peraltro posto sotto sequestro dall'autorità giudiziaria nel periodo dal febbraio 2008 al dicembre 2008.

3.2. Progetto variante S. Antonino e completamento via di Monte

Il collasso del versante sud ovest del promontorio S. Antonino e della galleria omonima per la parte eseguita, rendeva necessario progettare un importante intervento di ripristino e bonifica che la società Condotte predisponava come Progetto Esecutivo di Variante relativo appunto alla galleria S. Antonino.

In particolare, la Società Italiana per Condotte d'Acqua, S.p.a. ultimava le indagini geologiche-geotecniche attivate per individuare le cause del dissesto della galleria naturale Sant'Antonino nel mese di novembre 2010 e nel gennaio 2011 trasmetteva il progetto esecutivo delle variante.

Successivamente però, in conseguenza del dissesto, della lunga sospensione dei lavori e di tutte le problematiche connesse a tali eventi, il contratto con la società Condotte veniva sciolto da ANAS in data 15/07/2011.

Dopo la risoluzione del contratto con l'impresa Condotte si rendeva necessario procedere all'integrazione tecnico-contabile della progettazione onde riprendere la costruzione dell'opera.

Alla data della sospensione risultavano eseguiti i seguenti lavori relativi alla Galleria S. Antonino:

- (lato Reggio Calabria): paratia di imbocco, dime di attacco su entrambe le canne di monte e valle;
- (lato Reggio Calabria) canna di monte (L=680,75m) : concio di attacco (L=8,0m) +scavo completato in rivestimento provvisorio L=160,55 m sezione B2 e n.2 campi (L=12,0m) di arco rovescio; attualmente non rilevabile a causa del dissesto;
- (lato Reggio Calabria) canna di valle (l=7390,47m): scavo tratta sotto "protesi"(L=47,0m) + scavo completato in rivestimento provvisorio L=141,70 m sezione B2 e n.5 campi (L=12,5m) di arco rovescio; attualmente non rilevabile a causa del dissesto;
- (lato Taranto): paratia di imbocco completa, dime di attacco complete sul lato monte e sul lato valle e sulla canna di monte tratta con "protesi" con eseguite tutte le lavorazioni fino al riempimento con stabilizzato;
- (lato Taranto) canna di valle: concio di attacco + scavo completato in rivestimento provvisorio L=25,0 metri e n° 3 campi (L=12,50 m /cad) di arco rovescio

Conseguentemente per la galleria S. Antonino è stato rielaborato il progetto tenendo conto delle risultanze delle indagini esperite e comprendendo sia le attività di stabilizzazione dei pendii dissestati e la ricostituzione del tratto di galleria coinvolto nel dissesto, sia il completamento della galleria a partire dall'altro imbocco (lato TA).

Nella riprogettazione si è seguita fedelmente l'impostazione del tracciato del Progetto Esecutivo e Definitivo originario, mentre la sistemazione idraulica è stata adattata alla nuova configurazione morfologia.

Il rimodellamento dei versanti è stato indirizzato verso un "alleggerimento" sostanziale del versante Nord dell'anfiteatro sottopassato dalla galleria, e un contemporaneo "appesantimento" del piede della zolla di frana sul versante Sud, in modo da favorire il riequilibrio dello stato tensionale nel sottosuolo.

Alla data del dissesto della S. Antonino (3.12.2007) risultavano essere state eseguite le seguenti opere del progetto:

Gallerie naturali:

- Palizzi Marina (L. 440,21 m. canna di monte L. 429,45 m. canna di valle)
 - Canna di monte lato TA: avanzamenti: scavo m 402,70; arco rovescio m 348,00
 - Canna di valle lato TA: avanzamenti: scavo m 360,00; arco rovescio m 359,00
- Ambusena (L. 132,50 m. canna di monte L. 91,00 m. canna di valle)
 - Canna di monte lato TA: avanzamenti: scavo m 42,60; arco rovescio m 27,00.
 - Canna di valle lato RC: avanzamenti: scavo m 52,30; arco rovescio m 9,00.
- Peristeri (L. 983,30 m. canna di monte L. 1.013,50 m. canna di valle)
 - Canna di monte lato RC: avanzamenti: scavo m 304,30, arco rovescio m 180,00;
 - Canna di monte lato TA: avanzamento scavo della protesi m 78,50;
 - Canna di valle lato RC: avanzamenti: scavo m 273,20; arco rovescio m 216,00
- Sant'Antonino (L. 680,75 m. canna di monte L. 730,47 m. canna di valle)
 - Canna di monte lato RC avanzamenti: scavo m 171,20; arco rovescio m 24,00;
 - Canna di monte lato TA avanzamento scavo della protesi m 56,50;
 - Canna di valle lato RC avanzamenti: scavo m 183,60 e protesi per m 48,00 arco rovescio m 62,50;
 - Canna di valle lato TA avanzamenti: scavo m 46,80 arco rovescio m 30,90;

Viadotti:

- Palizzi Marina (L. 280,00 m. carreggiata di monte L. 280,00 m. carreggiata di valle)
 - Carreggiata di monte: eseguita spalla lato RC e spalla lato TA,
 - Eseguite pile P1, P2, P3 e P4, elevazioni delle pile P5, P6, P7, P8 e parte dei micropali pila P9.
 - Carreggiata di valle eseguita spalla lato RC;

- Eseguite elevazioni pile PI, P2, P3, P4, P6 e P7, sottofondazioni pile P5 e P10 e parte elevazione delle pile P8 e P9;
- Simmero (L. 164,00 m. carreggiata di monte L. 164,00 m. carreggiata di valle).
 - Carreggiata di monte: eseguita spalla lato TA;
 - Eseguite elevazioni pile PI, P2, P3, P4 e P5;
 - Carreggiata di valle: eseguita spalla lato RC e spalla lato TA;
 - Eseguite elevazioni pile PI, P2, P3, P4 e P5.

Opere minori:

erano state realizzate:

- Tombino circolare diam. 2000 a progressiva 0+959,30;
- Attraversamento idraulico 3x4 alla progressiva 1+218,93;
- Attraversamento idraulico 3x4 alla progressiva 2+348.77;
- Sottopasso per la strada Frasca alla progressiva 1+230,00;
- Realizzazione parziale dell'intervento di placcaggio muro di sostegno tra le progr 0+985,00 e progr. 1+083,00;
- Strada per la cava Frasca;
- parte dei rilevati.

Come già accennato, nel progetto di riappalto (anno 2011) affidato per l'esecuzione all'impresa De Sanctis e relativo alla sola carreggiata di monte (1° stralcio funzionale), eccettuata la riprogettazione della galleria S.Antonino, si prevedevano solo modeste integrazioni/modifiche rispetto all'originario esecutivo appaltato, in particolare:

Progetto infrastruttura e Opere d'arte :

Non sono state introdotte modifiche di rilievo.

Impiantistica:

Gli impianti del lotto sono stati verificati e adeguati alle recenti normative.

Fasi di cantiere:

Nel progetto generale, non sono state introdotte nuove fasi costruttive

Cave e discariche:

Individuate aree di deposito temporanee presso la G.N. Sant'Antonino.

Computi:

Si è provveduto a ricomputare tutte le opere e ad aggiornare i prezzi

Sicurezza:

Il piano di sicurezza e coordinamento è stato adeguato alla normativa vigente. Gli oneri della sicurezza sono stati ricomputati secondo le "Linee Guida per la determinazione dei costi della sicurezza" e con l'utilizzo di prezzi aggiornati.

Manutenzione:

Il piano di manutenzione è stato aggiornato e integrato in funzione delle modifiche progettuali introdotte.

Monitoraggio Ambientale:

Non sono state introdotte modifiche di rilievo

Nell'ambito del finanziamento allora disponibile pari a €. 91 187 812,51 veniva individuato un primo stralcio funzionale del progetto di completamento di cui sopra, che prevedeva appunto il completamento delle opere parzialmente realizzate e di tutte le lavorazioni atte a rendere fruibile **la sola carreggiata di monte**, da organizzarsi con circolazione a doppio senso, in modo da realizzare comunque in nuova sede il collegamento tra il tratto già ammodernato e la nuova intersezione di Palizzi Marina Est in località Stavro.

Le caratteristiche plano-altimetriche del tracciato della carreggiata di monte erano le medesime del progetto di completamento (e dell'esecutivo originario), compatibili con l'esercizio provvisorio a 1 corsia per senso di marcia assimilabile alla funzione di una strada extraurbana secondaria di categoria C2.

Il progetto dello stralcio funzionale che completava la via di monte era approvato in data 15/12/2011 con Determinazione 71 dell'Amministratore Unico dell'ANAS, nell'importo complessivo di € 91.187.812,51 e, dopo la gara d'appalto, i lavori erano consegnati all'impresa aggiudicataria (De Sanctis Costruzioni).

4. STATO DI FATTO DELLE OPERE

Come anticipato e dettagliatamente esposto nei paragrafi che seguono, il presente progetto riguarda i "*Lavori di completamento della carreggiata di valle della variante di Palizzi alla SS 106*" e si sviluppa in aderenza all'originario

progetto esecutivo della 4 corsie approvato ed appaltato, senza apportarvi alcuna significativa variante, eccettuate quelle resesi necessarie per la bonifica del già citato dissesto.

Trattandosi di mero completamento con realizzazione della carreggiata parallela a quella realizzata secondo il progetto approvato nel 2004, rimangono quindi del tutto confermati sia il tracciato che le opere.

Il progetto, prevede dunque il completamento dell'intervento partire dallo stato di fatto della carreggiata di valle, sintetizzato di seguito e risalente allo scioglimento del contratto con l'impresa Condotte e parzialmente modificato dai lavori successivi.

Si ricorda infatti che i lavori appaltati all'impresa De Sanctis Costruzioni, , riguardavano tutta la carreggiata di monte, che è stata aperta al traffico a fine luglio 2019, ed i viadotti di quella di valle.

OPERE CARREGGIATA DI VALLE SECONDO TAVOLE CONSISTENZA CONDOTTE E LAVORI DE SANCTIS							
OPERA	L prevista (m)	PARTE D'OPERA		PRG	PRG	SVILUP PO (m)	LAVORI ESEGUITI
CORPO STRADALE	17,30			0+000,00	0+017,30	17,30	parzialmente realizzato *
GALLERIA PALIZZI	429,45	IMBOCCO LATO RC	BECCO DI FLAUTO	0+017,30	0+029,55	12,25	
			ARTIFICIALE	0+029,55	0+097,30	67,75	
		CORPO GALLERIA	DIMA	0+097,30	0+102,30	5,00	completata
			GN	0+102,30	0+423,50	321,20	scavo completo + 359 m arco rovescio
			DIMA	0+423,50	0+428,50	5,00	completata
		IMBOCCO LATO TA	ARTIFICIALE	0+428,50	0+434,50	6,00	
			BECCO DI FLAUTO	0+434,50	0+446,75	12,25	
CORPO STRADALE	27,63			0+446,75	0+474,38	27,63	parzialmente realizzato *
VIADOTTO FIUMARA PALIZZI	309,00	VIADOTTO	VIADOTTO	0+474,38	0+783,38	309,00	opera completa al rustico **
CORPO STRADALE	1,87			0+783,38	0+785,25	1,87	parzialmente realizzato *

OPERE CARREGGIATA DI VALLE SECONDO TAVOLE CONSISTENZA CONDOTTE E LAVORI DE SANCTIS							
OPERA	L prevista (m)	PARTE D'OPERA		PRG	PRG	SVILUP PO (m)	LAVORI ESEGUITI
GALLERIA AMBUSENA	91,00	IMBOCCO LATO RC	BECCO DI FLAUTO	0+785,25	0+797,50	12,25	
			ARTIFICIALE	0+797,50	0+797,50	0,00	
		CORPO GALLERIA	DIMA	0+797,50	0+801,50	4,00	completata
			GN	0+801,50	0+846,00	44,50	Scavo e arco rovescio completi ***
			DIMA	0+846,00	0+851,00	5,00	completata
		IMBOCCO LATO TA	ARTIFICIALE	0+851,00	0+864,00	13,00	
			BECCO DI FLAUTO	0+864,00	0+876,25	12,25	
CORPO STRADALE	354,50			0+876,25	1+230,75	354,50	parzialmente realizzato *
GALLERIA PERISTERI	1013,50	IMBOCCO LATO RC	BECCO DI FLAUTO	1+230,75	1+243,00	12,25	
			ARTIFICIALE	1+243,00	1+256,00	13,00	
		CORPO GALLERIA	DIMA	1+256,00	1+261,00	5,00	completata
			GN			949,00	scavo 273,8 m lato RC + 216 m arco rovescio lato RC+predisposizione by-pass
			DIMA	1+261,00	2+210,00	5,00	
		IMBOCCO LATO TA	ARTIFICIALE	2+210,00	2+215,00	17,00	
			BECCO DI FLAUTO	2+215,00	2+232,00	12,25	
CORPO STRADALE	239,38			2+232,00	2+483,63	239,38	parzialmente realizzato *
GALLERIA S ANTONINO	730,47	IMBOCCO LATO RC	BECCO DI FLAUTO	2+483,63	2+495,88	12,25	
			ARTIFICIALE	2+495,88	2+498,88	3,00	
		CORPO GALLERIA	DIMA	2+498,88	2+503,88	5,00	completata
			GN	2+503,88	3+131,00	627,12	scavo 183,60 m lato RC + 62,50 m arco rovescio lato RC scavo 39,70 m lato TA + 30,50 m arco rovescio lato TA

OPERE CARREGGIATA DI VALLE SECONDO TAVOLE CONSISTENZA CONDOTTE E LAVORI DE SANCTIS							
OPERA	L prevista (m)	PARTE D'OPERA		PRG	PRG	SVILUP PO (m)	LAVORI ESEGUITI
			DIMA	3+131,00	3+136,00	5,00	completata
		IMBOCCO LATO TA	ARTIFICIALE	3+136,00	3+201,85	65,85	
			BECCO DI FLAUTO	3+201,85	3+214,10	12,25	
CORPO STRADALE	59,64			3+214,10	3+273,74	59,64	parzialmente realizzato **
VIADOTTO SIMMERO	164,00	VIADOTTO	VIADOTTO	3+273,74	3+437,74	164,00	opera completa al rustico
CORPO STRADALE	280,12			3+437,74	3+717,86	280,12	parzialmente realizzato *

* Parte dei movimenti terra è stata eseguita da De Sanctis

** i viadotti di valle sono stati completati da De sanctis

** L'arco rovescio è stato completato da De Sanctis

5. PROGETTO ESECUTIVO DI COMPLETAMENTO CARREGGIATA DI VALLE

5.1. Quadro di riferimento normativo

Si richiamano qui le principali norme di riferimento utilizzate nell'elaborazione del progetto, rimandando ai vari capitoli progettuali per maggiori dettagli.

Il progetto, relativamente agli **aspetti stradali**, è stato redatto sulla base di:

D.Lgs. 30-04-1992, n. 285 e s.m.i.: "Nuovo Codice della Strada";

D.P.R. 16-12-1992 n. 495 e s.m.i.: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada";

D.M. 05-11-2001, n. 6792: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", aggiornato dal DM 22-04-04 che rende le citate norme di riferimento per gli adeguamenti delle strade esistenti;

D.M. 482/2014 DM 18-02-1992, n. 223: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza", così come aggiornato dal DM 21/06/04: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";

D.M. 28-06-2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale", pubblicato sulla G.U. n. 233 del 06-10-2011;

D.M. 19-04-2006 "Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", pubblicato sulla G.U. n. 170 del 24-07-2006.

Per gli aspetti strutturali si è fatto riferimento alle seguenti norme principali:

D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 "Istruzione per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".

D.M. 17/01/2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"

Circolare 21.01.2019 Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

5.2. Rilievi

5.2.1. Rete principale di inquadramento

Le fasi di attuazione del rilievo si sono articolate come di seguito specificato:

- Reperimento degli elementi geodetici dell'Istituto Geografico Militare;
- Istituzione di vertici di nuova determinazione;
- Esecuzione delle misure di rete con utilizzo del sistema satellitare GPS in modalità statico-rapida;
- Compensazione di rete con calcolo delle baseline e delle coordinate dei vertici.

La fase di rilievo sul terreno è stata effettuata con strumentazione GPS che utilizza come sistema di inquadramento, il sistema WGS84 (ellissoide biassiale,

geocentrico, gravitazionale ed equipotenziale con origine nel centro di massa convenzionale della Terra) avente i seguenti parametri geodetici:

PARAMETRI DELL'ELLISSOIDE WGS84

Parametro	Simbolo	Valore	Precisione
semiasse maggiore	a	6 378 137 m	± 2 m
costante gravitazionale	GM	$3\,986\,005 \times 10^8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$	$\pm 0.6 \times 10^8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$
coefficiente gravitazionale	C_{20}	$-484.16685 \times 10^{-6}$	$\pm 1.30 \times 10^{-9}$
velocità angolare	ω	$7\,292\,115 \times 10^{-11} \text{ rad s}^{-1}$	$\pm 0.1500 \times 10^{-11} \text{ rad s}^{-1}$

Realizzazione italiana del WGS84 globale è la rete geodetica IGM95 dell'Istituto Geografico Militare inquadrata nel sistema europeo ETRS 89, aggiornata a ETRS 2000, per mezzo dei vertici EUREF ricadenti sul territorio nazionale; essa risulta inoltre collegata alle reti classiche di triangolazione e livellazione. La rete IGM95 è composta ad oggi da 2000 punti distribuiti sul territorio nazionale con interdistanza di 20 km, e da altri 3000 punti con interdistanza 5 km, costituenti il raffittimento regionale, presenti attualmente solo su alcune regioni.

Al fine di inquadrare il rilievo da effettuarsi nel sistema nazionale Gauss - Boaga, sono stati selezionati n. 2 vertici della rete nazionale GPS IGM95 e, precisamente:

- il n. 23701 - BOVA MARINA - Stazione Ferroviari;
- il n. 264901 - CAPO SPARTIVENTO (semaforo).

In fase di attuazione del rilievo, poi, si è stati costretti ad eliminare dalla rete il vertice 264901 in quanto ricadente in zona militare. In questo contesto, oltre a dover richiedere i necessari permessi, sarebbe stato necessario fermare temporaneamente il radar in funzione continua sul semaforo.

In aggiunta, pertanto, si sono utilizzati i punti GPS della rete geodetica fondamentale della regione Calabria ricadenti nelle immediate vicinanze dell'area oggetto di intervento. In particolare, si sono utilizzati i seguenti vertici:

- 5002, in agro di Palizzi, sulla strada statale n. 106;
- 5007, sempre in agro di Palizzi sulla strada provinciale Palizzi Superiore - Pietra Pennata;
- 5005, sito in agro di Brancaleone sulla statale n° 106.

Per quanto riguarda le quote altimetriche sono stati individuati i capisaldi di livellazione I.G.M. di precisione sulla linea 101 presente sulla strada statale n°106, e, specificatamente:

- il numero 48 Palizzi Marina — Casa Romano Km 50, 150 S.S. 106;
- il numero 49 Palizzi — Stazione Ferroviaria km 50.945 S.S. 106;
- il numero 50 Palizzi — Rione galleria km 51,910 S.S. 106 ed il numero 51 Palizzi - Calà Casa Sergi km 53,150 S.S. 106

Per le operazioni di rilievo ci si è affidati alla tecnologia GPS in modalità statica (per la rilevazione planimetrica), ed alla tecnica della livellazione di precisione con livello elettronico INVAR per la misurazione della parte altimetrica.

5.2.2. Raffittimento rete secondaria

Sulla base della rete principale, individuata come sopra descritto, sono state effettuate le operazioni di raffittimento della rete secondaria. In questo modo, per ciascuna opera d'arte facente parte del progetto o area di scarica e, più in generale, per tutte le operazioni topografiche di cantiere che successivamente sarebbe stato necessario effettuare, si sono ottenuti punti di appoggio univocamente identificati e definiti. Si è avuta particolare cura, inoltre, all'intervisibilità di detti punti al fine di consentire il successivo utilizzo anche di strumentazione topografica tradizionale e non necessariamente di tipo GPS

Di tutti i punti sono state calcolate le coordinate in Gauss-Boaga e le coordinate rettilinee, riferite ad un sistema di assi locale, avente per origine il punto GPS 8 posto in posizione baricentrica all'area interessata.

Al fine di agevolare la futura realizzazione delle opere e permettere ai progettisti di operare su dati attendibili, la cartografia esistente è stata integrata con rilievi celerimetrici di dettaglio effettuati in prossimità di ciascuna opera d'arte (imbocchi gallerie, viadotti, etc). In aggiunta, si è provveduto al rilievo celerimetrico delle aree di deposito ubicate in zone più distanti rispetto all'area oggetto di intervento.

In considerazione di quanto sopra esposto, si è reso necessario l'ampliamento della rete secondaria procedendo con la materializzazione di nuovi capisaldi che fungessero da punti base per i rilievi del caso.

5.2.3. Rilievi celerimetrici

La cartografia di base a disposizione delle attività progettuali è costituita inizialmente da:

- Cartografia tecnica scala 1:2000 utilizzata in fase di progettazione definitiva nel 2005;
- Volo SAPR e restituzione fotogrammetrica in scala 1:1000;
- Immagini ortorettificate su nuvola di punti LIDAR da SAPR;
- Rilievi celerimetrici scala 1:500.

Partendo da tali informazioni e con lo scopo di integrare, migliorare ed aggiornare la cartografia disponibile, si sono effettuate, nel corso del tempo, diverse campagne di rilievi in situ, l'ultima delle quali risale al mese di ottobre 2018. Tali campagne hanno avuto come oggetto il rilievo celerimetrico in scala opportuna (1:200 e 1:500) relativamente a:

- Zone di imbocco delle gallerie;
- Viadotti;
- Allacci con viabilità esistente;
- Zone di dettaglio emerse durante la fase di progettazione

Tutti i rilievi celerimetrici effettuati sono stati realizzati a partire dalle reti precedentemente materializzate e, all'occasione, raffittite. In questo modo si è garantita la stretta correlazione tra tutti i rilievi succedutisi nel tempo.

Per i rilevamenti in GPS il metodo usato è stato quello statico per i capisaldi ed RTK per i rilievi celerimetrici. La strumentazione utilizzata consiste

in quattro stazioni GPS TRIMBLE 5700 e, per i rilievi celerimetrici un teodolite Leica 1610 con distanziometro elettronico e un teodolite elettronico TRIMBLE 5600; per la livellazione si è utilizzato un livello elettronico Leica NA 3003 con stadia fissa di tre metri INVAR. Per i calcoli sono stati utilizzati i software TGO TRIMBLE, Leonardo ed Atlante. Per gli elaborati grafici si è utilizzato Autocad Civil Design.

5.3. Progetto Stradale

L'intervento di progetto prevede una sezione categoria B extraurbana principale secondo il DM 05/11/2001; lo sviluppo del tracciato è di circa 3,5 km con una buona percentuale di tratti su opera d'arte. Esso ha origine sul sedime attuale della S.S.106 e termina in corrispondenza una rotatoria già realizzata per il nuovo svincolo di Palizzi.

L'asse principale è stato geometrizzato prevedendo un intervallo di velocità di progetto pari a 70-120 km/h (di cui limite operativo su strada pari a 110 km/h).

Oggetto specifico della progettazione è la carreggiata di valle che corre parallela a quella di monte in corso di costruzione e, con questa, concorre a realizzare la succitata sezione categoria B definita nell'originario progetto esecutivo e successivamente confermata. Anche il tracciato è quello dell'originario progetto esecutivo - appaltato e parzialmente realizzato - ed è caratterizzato dalla presenza di n. 4 opere in sotterraneo e n. 2 viadotti:

- galleria Palizzi Marina di Valle (L=429 m);
- galleria Ambusena (L=124 m);
- galleria Peristeri (L=1.024 m);
- galleria S. Antonino (L=742 m);
- viadotto Fiumara di Palizzi (L=309 m);
- viadotto Simmero (L=164 m).

5.3.1. Descrizione del tracciato

Procedendo da Reggio Calabria in direzione Taranto, l'origine dell'intervento, si colloca circa 17 m prima dell'imbocco della galleria naturale "Palizzi Marina di Valle" lato Reggio Calabria, che presenta uno sviluppo complessivo pari a 429 m ed un andamento pressochè rettilineo, raccordando la curva esistente di raggio circa 2000 m con una curva di raggio 7500 m. All'uscita della galleria, alla prg. 0+446,75 m, il tracciato incontra la fiumara di Palizzi attraversata sempre in rettilineo con l'omonimo viadotto di 11 campate e lunghezza pari a 309 m, completato a meno di giunti, pavimentazione, sicurvia e barriere antirumore nell'appalto dei lavori della via di monte. Subito dopo si entra nella galleria Ambusena dello sviluppo complessivo pari a circa 124 m.

All'uscita della galleria al km 0+914,59, il tracciato in rettilineo attraversa poi il torrente Ambusena, a mezzo di un tombino circolare D 2.000 mm, anch'esso già realizzato interamente con i lavori della sede stradale di monte. La nuova infrastruttura si presenta con un rilevato di altezza variabile dai 5,00 ai 7,00 m ed e supera lo stesso impluvio precedente con un altro attraversamento idraulico al km 1+158 circa (torrente Frascà) e un sottopasso poderale (già realizzato) al km 1+199.35. Entrambi le opere hanno sezione scatolare rispettivamente di dimensioni 3,00 x 4,00 m per il tombino e 4,00 x 4,30 m per il sottopasso e sono già stati ultimati nei precedenti.

Superato tale tratto in rilevato il tracciato stradale entra nella galleria "Peristeri", la più lunga del lotto, che prevede uno sviluppo complessivo di circa 950 m (di cui 274 m già scavati) in un tratto in curva a destra di raggio pari a 1.600 m. L'uscita è prevista alla prg. 2+244,25 su un tratto all'aperto dello sviluppo di circa 230 m, totalmente in rilevato

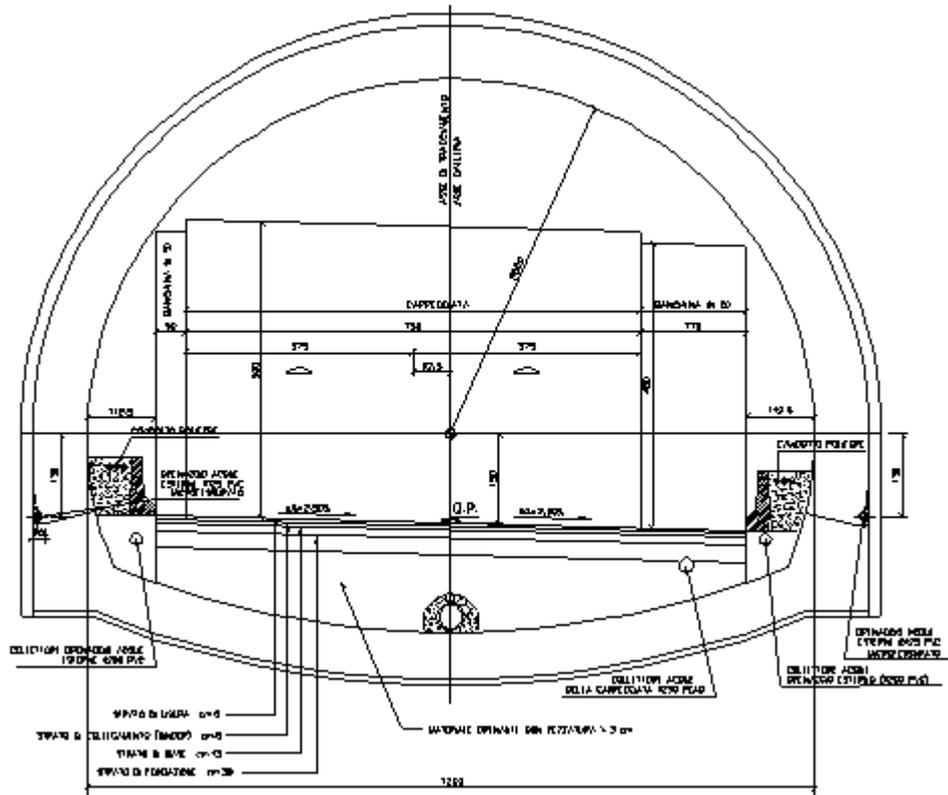
In questa zona di tracciato è inserito un varco per connettere le due carreggiate: sono state inserite anche due rampe di scambio come previste nel Progetto Esecutivo originario, sfruttando inoltre la piazzola di sosta realizzata nella carreggiata di monte. Proseguendo, è già stato realizzato in corrispondenza della p.k. 2+333,57 un tombino scatolare, di luce netta pari a 3,00 x 4,00 m, per superare il torrente "Carcane".

Dal lato valle invece è presente una piazzola di sosta collocata nel tratto all'aperto prima di entrare in galleria: difatti, alla p.k. 2+471,88, si trovano gli imbocchi lato Reggio Calabria della galleria naturale "S. Antonino" (lunghezza complessiva 740 m circa, parzialmente realizzata) il cui asse di tracciamento ritorna in rettilineo. All'uscita della stessa (imbocco lato Taranto prg. 3+214,10), si incontra un tratto in rilevato di circa 40 m, e quindi l'asse attraversa il torrente Simmero con l'omonimo viadotto di 6 campate e lunghezza pari a 164 m (opera anch'essa già realizzata e da completare con giunti, pavimentazione, sicurvia e barriere a.r.). Appena dopo l'opera di scavalco è prevista la fine dell'intervento in corrispondenza della prog. Km. 3+519,99, punto di attacco al tratto già realizzato che comprende la confluenza delle due carreggiate in una rotatoria sul sedime della SS.106.

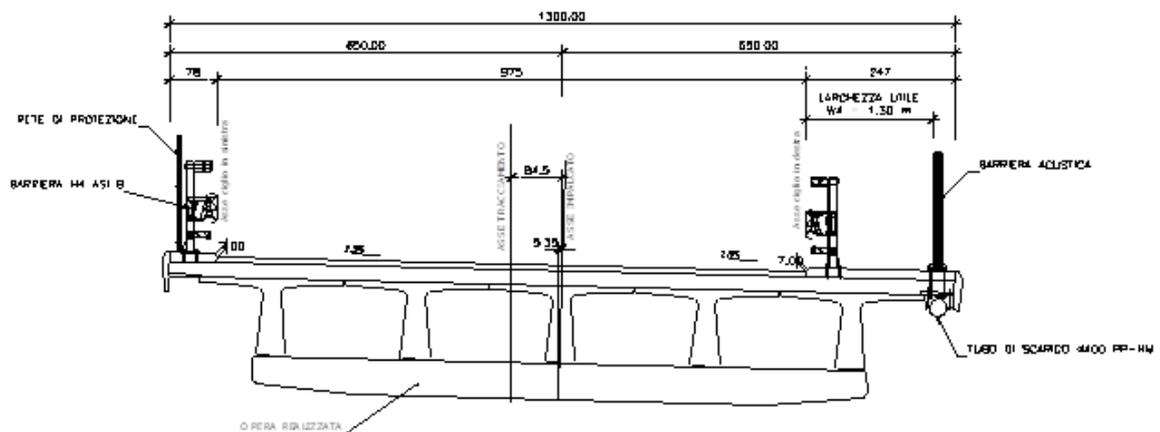
5.3.2. Sezioni tipo stradali

L'asse principale della nuova infrastruttura adotta la sezione tipo riferibile alla Categoria "B" del DM 05/11/2001. Vale a dire che per la carreggiata di valle il progetto prevede una piattaforma pavimentata di larghezza minima pari a 9,75 m (oltre allargamenti della stessa per motivi di visibilità), sia in rilevato/trincea così come in galleria o viadotto. In dettaglio, detta sezione è costituita dai seguenti elementi:

- banchina in destra da 1,75 m;
- n. 2 corsie (per senso di marcia) di modulo pari a m 3,75 ciascuna;
- banchina in sinistra da 0,50 m.
- in rilevato, arginello di larghezza minima di 1,50 m (ampliata in corrispondenza delle barriere antirumore fino a m 3,00);
- in scavo, cunetta alla francese di larghezza totale di m 1,25 m.



Sezione tipo in galleria



Sezione tipo in viadotto

Per quanto riguarda le viabilità interpoderali di ricucitura della rete esistente, considerata la modesta entità delle deviazioni in termini di sviluppo, si sono considerate come strade a destinazione particolare, per la quale la sezione

è stata impostata in funzione dell'esistente sedime delle viabilità comunali e costituita dai seguenti elementi minimi:

- banchina in destra e sinistra da 0,50 m;
- n. 2 corsie da 2,00 m (una per senso di marcia);
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,50 m

5.3.3. Piazzole di sosta

Nell'intervento di progetto si sono previste 2 piazzole di sosta collocate tenendo conto della morfologia del territorio, delle opere d'arte presenti e dell'interdistanza di circa 1.000 m di cui al DM 05-11-2001.

In particolare le 2 piazzole sono ubicate alle progressive km. 1+097 e km 2+385. Ed hanno una lunghezza complessiva pari a 65,00 m (con tratto parallelo di 25,00 m e tratti di manovra di 20,00 m).

5.3.4. Barriere di sicurezza

La tipologia dei dispositivi di ritenuta da adottare per l'asse principale è stata individuata secondo quanto previsto dal DM 18 febbraio 1992, n.223 e s.m.i..

In particolare, si è fatto riferimento all'ultimo aggiornamento del 21 giugno 2004 e, partendo dai criteri di scelta dei dispositivi in esso contenuti, si sono individuate le zone da proteggere e le tipologie da adottare.

In riferimento ai dati di traffico aggiornati al 2018 dedotti dai rapporti trimestrali Anas si è presa come riferimento la condizione più gravosa tra le sezioni rilevate sulla statale: nello specifico quella in località "San Lorenzo" (TGM pari a 8.325 veicoli/gg con una percentuale di mezzi pesanti del 3.5%) e quella a Reggio Calabria (TGM di 21.478 veicoli/gg con una percentuale di mezzi pesanti del 2.1%).

A questo volume di traffico per una strada extraurbana principale quale quella in progetto corrisponde l'impiego delle seguenti classi minime di Livello di Contenimento in funzione della destinazione:

- "H3" bordo laterale (larghezza operativa W5);

- "H4" bordo ponte (larghezza operativa W4).

5.3.5. Pavimentazioni

Sulla base delle risultanze delle valutazioni e verifiche esperite il pacchetto della pavimentazione utilizzato per l'asse principale sarà di 54 cm totali, analogo a quello presente sulla via di monte, e sarà così composta:

- 5 cm strato di usura (con bitume modificato hard);
- 6 cm strato di collegamento "binder" (con bitume modificato hard);
- 13 cm strato di base in conglomerato bituminoso modificato;
- 30 cm strato di fondazione in misto granulare stabilizzato.

Tra gli strati legati a bitume sarà da prevedersi una mano di attacco impermeabilizzante. Resta inteso che per i tratti in viadotto, peraltro già realizzati, la pavimentazione dovrà prevedere lo strato di usura e binder ridotti a 10 cm totali, poggianti direttamente sulla soletta mediante interposizione di uno strato di impermeabilizzazione (mano d'attacco).

5.4. Geologia e Geotecnica

Per la stesura del Progetto Esecutivo sono stati utilizzati i risultati delle campagne di indagini geologiche e geotecniche in sito e in laboratorio eseguite durante le precedenti fasi di progettazione, nonché le evidenze scaturite nel corso dei lavori per la realizzazione della carreggiata di monte, distante pochi metri da quella di valle. Sono stati altresì attivati studi e indagini specifiche per la presente progettazione

5.4.1. Premessa

L'area di studio comprende l'immediato entroterra di Palizzi Marina, a partire dal rilievo presente ad Ovest dell'abitato (inizio lotto), fino a poco oltre lo sbocco a mare della valle del torrente Simmero, all'altezza del cimitero di Palizzi Marina, e la sua estensione complessiva varia, rispetto alla linea di costa orientata circa Ovest-Est, da un minimo di circa 300 metri alle estremità Ovest ed Est, fino ad un massimo di circa 1300 metri nella parte centrale. Dal punto di

vista altimetrico la zona si estende dal livello del mare fino ad una quota massima di circa 200 m s.l.m. Lo studio più dettagliato è stato invece eseguito lungo una fascia di circa 400–500 metri a cavallo dell'asse di progetto della variante stradale.

Il modello geologico definito è il risultato degli studi svolti, dei dati raccolti e delle indagini effettuate nel corso degli anni per le precedenti fasi progettuali. In dettaglio, il lavoro si è articolato nelle seguenti fasi:

- analisi della documentazione dei precedenti progetti/precedenti fasi progettuali.
- Rilevamento geologico-strutturale di dettaglio in scala da 1:2.000 a 1:1.000. Tale attività di rilevamento ha avuto come fine quello di fornire una cartografia geologica di dettaglio dell'area interessata dal progetto.
- Realizzazione di stendimenti strutturali con misura e caratterizzazione delle discontinuità osservate, secondo le specifiche generali ISRM, propedeutici alla classificazione geomeccanica degli ammassi rocciosi; limitatamente ai settori di affioramento del basamento cristallino, per la cui descrizione si rimanda alla relazione sui rilievi di dettaglio (elaborato n. T00GE00GEORE02).
- Analisi foto-geologica in stereoscopia di fotogrammi prodotti dalla Compagnia Generale
- Riprese Aeree (Volo Calabria 2001) alla scala 1:17.000 circa, appositamente acquisite per lo studio.
- Caratterizzazione idrogeologica dei litotipi affioranti mediante definizione dei complessi idrogeologici.

5.4.2. Indagini geognostiche e geofisiche

Si riepilogano nel prosieguo le indagini nel tempo eseguite per caratterizzare l'area di intervento, rimandando agli elaborati di progetto (in particolare T00GE00GEORE03 e T00GE00GEORE05) per maggiori dettagli.

Relativamente a quelle geognostiche, in totale, sull'intero tracciato della Variante in oggetto, compresa anche la già realizzata carreggiata di monte, i dati raccolti comprendono:

- n. 50 perforazioni di sondaggio;
- n. 10 pozzetti geognostici.

Le indagini sono riferibili alle seguenti campagne:

- **1997: Geoservice s.a.s. – Salerno**
n. 9 sondaggi.
- **2003: Calabria Sondaggi – Rende (CS)**
n. 12 sondaggi.
- **2005: Tecnicon s.r.l. – Cammarata (AG)**
n. 21 sondaggi.
- **2005: Geo.Tec. s.n.c. – Palermo**
n. 10 pozzetti.
- **2008: SGM s.r.l. – Catania**
n. 8 sondaggi

Per quanto riguarda invece la geofisica risultano invece:

- n. 28 stendimenti sismici a rifrazione;
- n. 1 stendimento sismico a riflessione;
- n. 17 stendimenti geoelettrici;
- n. 2 tomografie Cross-hole;
- n. 3 indagini MASW.

Le indagini si riferiscono alle seguenti campagne:

- **1997: Geoservice s.a.s. - Salerno**
n. 13 prospezioni sismiche a rifrazione.
- **2005: Palmer Geofisica s.n.c. – Rende (CS)**
n. 16 tomografie geoelettriche.
- **2008: Progeo s.r.l. – Forlì**
n. 8 tomografie sismiche a rifrazione;
n. 1 prospezione sismica a riflessione;
n. 2 tomografie Cross-hole;
n. 1 prova Cross-hole monodimensionale.
- **2010: Progeo s.r.l. – Forlì**
n. 4 tomografie sismiche a rifrazione.
- **2018: DIMMS Control s.p.a. – Montefredane (AV)**

n. 2 prospezioni sismiche a rifrazione;

n. 1 tomografia geoelettrica 3d.

- **2018: PROSPEZIONI s.r.l. – Montalto Uffugo (CS)**

n. 1 tomografia sismica a rifrazione;

n. 3 indagini MASW.

A tali dati si possono ancora aggiungere le informazioni acquisite a mezzo interferometria satellitare, di cui si dirà nel prosieguo

5.4.1. Modello geologico di riferimento

Viene presentata di seguito un'analisi delle zone del tracciato, suddiviso per tratte, riferite a ciascuna delle opere maggiori in progetto, e dei raccordi in rilevato o scavo tra le varie opere. La descrizione comprende una trattazione generale delle problematiche geologiche.

In corrispondenza delle opere maggiori (gallerie naturali) viene commentato il Modello Geologico di dettaglio. Sono inoltre descritti i caratteri geologici dei litotipi affioranti nelle porzioni del tracciato che raccordano le opere maggiori. Le progressive di riferimento per le gallerie sono quelle di inizio dei tratti in artificiale rilevabili dal profilo topografico e geologico.

Per i tratti intermedi si fa riferimento all'intervallo tra l'inizio dei tratti in artificiale delle gallerie adiacenti al tratto stesso, comprendendo nel tratto in oggetto anche l'eventuale raccordo tra la galleria artificiale e l'opera adiacente.

Vengono analizzate le problematiche geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche. Le progressive dei limiti litologici, nelle gallerie naturali ed artificiali e nelle opere superficiali, sono riferite alla quota di calotta delle gallerie ed alla livelletta stradale per i tratti esterni.

Dalla trattazione sono esclusi i due viadotti, in quanto già realizzati durante i lavori di costruzione della carreggiata di monte.

Settore di raccordo tra il lotto 1 ed il lotto 2

Nel settore di raccordo tra il lotto 1 (già realizzato) ed il lotto 2, oggetto del presente studio, l'assetto geologico-geomorfologico è caratterizzato dall'affioramento, lungo il versante affacciato verso il mare alla base del quale è

stata realizzata la tratta di variante esistente, delle rocce appartenenti al basamento metamorfico (Unità degli Scisti Biotitici).

Gli scisti presentano una foliazione pervasiva generalmente immergente verso SO e ONO, inclinata di 35°–40°, quindi a traverspoggio rispetto al versante. La roccia è interessata da un reticolo pervasivo di fasce di taglio fragile e zone di faglia secondarie con breccia, protobreccia, gouge e milonite riattivata, che determinano un elevato grado di tettonizzazione dell'ammasso roccioso. Queste fasce di taglio immergono verso Sud, con un'inclinazione media di circa 30°.

Una faglia principale, immergente verso NW ed inclinata di circa 70°, è stata individuata nell'incisione presente immediatamente prima dell'imbocco della galleria Palizzi Marina, all'inizio del tratto di competenza del lotto 2. Lungo questa incisione si osservano inoltre diffuse tracce di erosione lineare incanalata.

Il settore a valle (lato mare) della carreggiata esistente è caratterizzato dalla presenza della vecchia sede stradale della SS106, con muro di sostegno a valle.

Dal punto di vista geomorfologico il settore è costituito da un unico versante fortemente acclive, con direzione OSO-ENE, modificato antropicamente con il taglio di alte scarpate realizzate a monte della sede stradale esistente (carreggiata di monte). Il versante è diviso, circa a metà, da una netta incisione, sede di processi di erosione lineare concentrata ed incanalata, a spese del basamento roccioso tettonizzato ed alterato.

Nella zona di versante direttamente sovrastante la galleria artificiale paramassi, prossima all'inizio del lotto 2, stata osservata una scarpata di frana attiva il cui accumulo è stato completamente mascherato dai riporti antropici di ritombamento della galleria..

Galleria Palizzi Marina

	Tratto	
Indagini di riferimento		Stendimento geofisico LS10 (anno 1997); sondaggi geognostici: S1 (1997), S1bis (2003), S1E, S1bisE, S2E, S2bisE (2005).
Previsione di scavo	0+102÷0+424	Scisti biotitico-filladici, che in condizioni ordinarie si presentano molto fratturati, al punto che in alcuni sondaggi (S1E, S2E, S2bisE) la roccia è ridotta ad una breccia in matrice sabbioso-limosa o è addirittura carotata come sabbia. La scistosità della roccia è pervasiva, con spaziatura millimetrica; localmente gli scisti si presentano listati con alternanze millimetriche di bande di colore chiaro e scuro. La giacitura media della scistosità è verso Sud-Sud-Est, inclinata di circa 30°. Dalla pk 0+200 circa si dispone con inclinazione verso SW, quindi con intersezione sul fronte da traverspoggio a franapoggio, ipotizzando il senso di avanzamento verso Taranto.
Faglie ed altri elementi tettonici	0+167÷0+200 0+217÷0+226 0+312÷0+350 0+373÷0+424	Faglie principali con zone di taglio fragile associate.
Problematiche idrogeologiche		La formazione degli Scisti biotitici è intrinsecamente impermeabile. Infiltrazione e circolazione di acqua sono possibili limitatamente alle fasce fratturate. Non si può ipotizzare la presenza di una falda freatica propriamente detta, cioè continua e con un gradiente idraulico definito. L'ammasso roccioso è pertanto caratterizzato da zone a comportamento idraulico differente a seconda del grado di fratturazione/tettonizzazione, della granulometria della roccia in corrispondenza delle fasce tettonizzate, del grado di interconnessione delle fratture, nonché dell'apertura delle stesse. Lo scavo avverrà in condizioni asciutte, al massimo di debole umidità, con la possibilità di avere umidità marcata o minime venute d'acqua in corrispondenza dell'intersezione con le zone di faglia.

Condizioni degli imbocchi	Lato RC	<p>In corrispondenza dell'imbocco sulla carreggiata di monte è presente un importante dissesto di tipo traslativo-gravitativo, verificatosi successivamente le operazioni di scavo della galleria, con una lunghezza lungo la linea di massima pendenza di 50 m, un fronte al piede di oltre 40 m e un coronamento a monte di lunghezza di circa 100 m. Nella parte alta del versante sovrastante l'imbocco della carreggiata di valle è presente un ampio dissesto attivo, con una lunghezza sulla massima pendenza di circa 100 m e un'estensione di 5.000 mq, è stato rilevato lungo lo stesso imbocco, in corrispondenza della carreggiata di valle. Si tratta di una frana di tipo traslativo, con direzione di movimento SW, che coinvolge i primi metri di coltre, per uno spessore massimo di un paio di metri, che tende ad assottigliarsi lungo le porzioni di piede. Inoltre, si evidenziano processi di erosione diffusa e concentrata in alcuni impluvi, dove affiorano depositi sabbioso-ghiaiosi sciolti.</p> <p>L'imbocco è impostato direttamente in roccia, con una diffusa presenza di fasce di taglio fragile e zone di faglia secondarie con breccia, protobreccia, gouge e milonite riattivata di spessore decimetrico-metrico, che separano settori a geometria sigmoidale o tabulare di roccia più sana ma molto fratturata. Il substrato roccioso è ricoperto da terreni di riporto antropico per uno spessore massimo di 6 m.</p> <p>Le fasce di taglio fragile e le zone di faglia secondarie presenti nella zona dell'imbocco lato Reggio Calabria immergono verso S-SE, inclinate a basso angolo, tra 15° e 25° circa.</p>
	Lato TA	<p>L'imbocco lato Taranto è impostato, sotto la strada provinciale per Palizzi Superiore, in scisti fratturati, ricoperti da riporti antropici e depositi colluviali, di spessore variabile da circa 1 metro nella zona più prossima all'attacco della galleria naturale, fino a 7-8 metri ipotizzati sulla verticale del becco di flauto.</p>
Caratteristiche del materiale di smarino		<p>La roccia estratta, opportunamente frantumata e vagliata, può essere riutilizzata per la costruzione dei rilevati e per riempimenti.</p>

Galleria Ambusena

	Tratto	
Indagini di riferimento:		Stendimento geofisico LS11 (anno 1997); sondaggio geognostico: S4E (2005).
Previsione di scavo:	0+801÷0+846	Scisti biotitico-filladici notevolmente tettonizzati, con matrice limosa e gouge in prevalenza limoso-sabbioso, localmente argilloso, caratterizzati da una diffusa presenza di fasce di taglio fragile con cataclasite e breccia di spessore decimetrico-metrico e di faglie a giacitura subverticale, con spessori di roccia brecciata e cataclastata decimetrici. Nel sondaggio S4E (pk 0+834 circa) gli scisti biotitici sono stati rinvenuti notevolmente fratturati, con passaggi di spessore da metrico a plurimetrico, con un grado di tettonizzazione tale da essere carotati come sabbie di granulometria da medio fine a medio grossolana. Lungo l'asse di scavo la giacitura della scistosità e delle principali fasce di taglio fragile si mantiene a franapoggio con debole inclinazione rispetto al fronte lato Reggio Calabria.
Faglie ed altri elementi tettonici:	0+801÷0+817 0+837÷0+840	Faglie principali con zone di taglio fragile associate.
Problematiche idrogeologiche		Lo scavo avverrà in condizioni da secche ad umide generalizzate, potendosi escludere afflussi idrici, anche limitati e modesti, quali stillicidi. Valgono le considerazioni fatte per la galleria Palizzi Marina.
Condizioni degli imbocchi:	Lato RC	L'imbocco lato Reggio Calabria avviene in un settore dove affiorano o subaffiorano gli scisti. La giacitura della foliazione e delle fasce di taglio fragile risulta a franapoggio rispetto al fronte. Gli scisti sono ricoperti in superficie da un esiguo spessore di riporti antropici.
	Lato TA	L'imbocco lato Taranto avviene in zona di roccia affiorante o subaffiorante. Qui le superfici strutturali dell'ammasso roccioso si trovano in condizioni di traverpoggio o reggipoggio debolmente inclinato rispetto all'imbocco. Gli scisti sono ricoperti in superficie da un esiguo spessore di riporti antropici.
Caratteristiche del materiale di smarino:		La roccia estratta, opportunamente frantumata e vagliata, può essere riutilizzata per la costruzione dei rilevati e per riempimenti.

Rilevato tra Ambusena e Peristeri

In questo settore, compreso tra la pk 0+876 e la pk 1+231, il progetto prevede la realizzazione della carreggiata in posizione addossata al versante della dorsale collinare che separa le due incisioni del T. Ambusena e del T. Frasca. Le stesse incisioni saranno attraversate con tombini idraulici, già realizzati,

mentre il settore lungo il versante sarà interamente in rilevato addossato al versante.

Geologia

L'assetto geologico del rilievo collinare prevede la presenza di scisti biotitici da affioranti a subaffioranti, con limitata copertura detritica di origine colluviale, il cui spessore aumenta verso la base del versante, facendo transizione ai depositi alluvionali presenti nella zona pianeggiante allo sbocco dell'incisione del T. Ambusena verso Ovest e nell'incisione del torrente Frasca verso Est. Gli scisti biotitici affioranti si presentano, come negli altri settori dell'area investigata, molto fratturati ed alterati, con diffuse fasce di taglio e zone di faglia secondarie a basso angolo, subparallele alla foliazione. La foliazione immerge mediamente verso Ovest, inclinata di circa 35°-40°, ma non mancano settori in cui l'inclinazione è a più basso angolo (15°), come osservato negli affioramenti soprastanti la zona di imposta dei rilevati. Rispetto all'asse di progetto della carreggiata, la giacitura delle principali strutture (scistosità e zone di faglia secondarie) è circa ortogonale, quindi lungo i tagli delle scarpate stradali l'intersezione risulta a traverpoggio. I depositi detritico-colluviali osservati in affioramento sono costituiti da blocchi a spigoli vivi di scisti, con dimensioni da centimetriche a decimetriche e ghiaia, in matrice prevalentemente sabbiosa e subordinatamente limosa, non addensati.

I depositi alluvionali sono invece costituiti da ghiaie con subordinati blocchi, con grado di arrotondamento medio basso, in matrice sabbioso limosa localmente prevalente sui clasti. Gli spessori ipotizzati dei depositi superficiali variano da zero a massimo 9 metri. Il settore compreso tra le pk 0+990 km e 1+050 km circa è caratterizzato da scisti biotitici affioranti e subaffioranti, immediatamente al di sotto del terreno di riporto. Tutto il tratto è caratterizzato dalla presenza di riporti antropici, dovuti agli sbancamenti per la realizzazione della carreggiata di monte, con spessore di circa 4 metri, che si assottiglia verso gli imbocchi.

L'esecuzione del sondaggio S5E ha confermato la presenza del terreno di riporto per uno spessore di circa 6 metri, mentre lo spessore complessivo dei depositi superficiali, compresi i depositi alluvionali sottostanti il riporto, arriva

fino ad un massimo di 8 metri circa. Il terreno di riporto è costituito da un deposito a matrice sabbiosa, con inclusi poligenici di varia natura e scarso grado di addensamento (la prova SPT eseguita nel sondaggio ha riportato valori inferiori a 8 colpi).

Geomorfologia

La morfologia della zona attraversata da questo tratto della strada in progetto è caratterizzata dalla presenza di due incisioni principali (quelle dei torrenti Ambusena e Frasca), separate da una dorsale rocciosa con versanti piuttosto acclivi, sui quali si sono osservate forme di erosione incanalata e concentrata lungo impluvi secondari. La morfologia del versante è caratterizzata nel settore iniziale che segue l'incisione del torrente Ambusena da una sistemazione antropica a terrazzamenti, che, in base a quanto osservato durante i rilievi di terreno, appaiono realizzati interamente in scavo, con subordinati volumi di riporto sul lato di valle.

Idrogeologia

Le misure eseguite sui sondaggi in roccia realizzati per le adiacenti gallerie Ambusena e Peristeri permettono di escludere la presenza di acque nella porzione più corticale del basamento roccioso di scisti biotitici, per cui gli scavi saranno realizzati in condizioni secche o al massimo di diffusa umidità superficiale.

Per quanto riguarda i settori di fondovalle delle incisioni, le misure eseguite nel piezometro a tubo aperto installato nel sondaggio S5E hanno permesso di identificare la presenza della falda di subalveo del torrente Frasca, la cui superficie si localizza a circa 11 metri di profondità da bocca foro. Si tratta probabilmente di una falda presente alla base dei depositi alluvionali di riempimento del vallone del torrente Frasca e nella parte superficiale del substrato roccioso alterato e notevolmente tettonizzato. Considerando il legame di alimentazione con il corso d'acqua, è presumibile che, in periodi di forti precipitazioni prolungate e con deflusso superficiale nel torrente, la superficie di falda possa risalire fino ad una quota corrispondente a quella di fondo alveo, vale a dire circa 2 metri sotto il piano di campagna.

Galleria Peristeri

	Tratto	
Indagini di riferimento:		Stendimenti geofisici LS8, LS9, LS12, LS13 (anno 1997), Srt1, Srt2, EF, GH (2018); sondaggi geognostici: S4/97, S5/97, S9/97 (1997), S5/03 (2003), SXE, S6E, S6bisE, S7E, S7bisE, S8E, S9E (2005).
Previsione di scavo:	1+261÷1+876	Scisti biotitici interessati da zone di faglia principali ad alto angolo e da diffuse zone di faglia secondarie a basso angolo nel settore che va dall'imbocco lato Reggio Calabria fino al termine del rilievo collinare della località Peristeri. La scistosità è pervasiva e presenta giacitura media verso Sud-SudOvest, inclinata di circa 30°, trovandosi quindi a franapoggio rispetto al fronte di avanzamento. Localmente, dove la giacitura ruota leggermente verso Sud, si ha un assetto giacitoriale variabile da franapoggio a traverpoggio.
	1+876÷1+898	Tra le pk 1+876 e 1+898 circa è presente una zona di faglia principale, con spessore di roccia di faglia, misurato lungo l'asse di progetto, di circa 6 metri e salbanda di fratturazione intensa pari a circa 8-9 metri. Questa faglia, immergente a medio-alto angolo (circa 60°) verso Est-SudEst pone in contatto il basamento di scisti biotitici con la sequenza miocenica, che lungo l'asse ed a quota scavo è rappresentata dalle Argille Policrome, ricoperte da un livello sabbioso-limoso e con porzioni grossolane, discontinuo, ipotizzato come facente parte della formazione delle Sabbie e Arenarie del Miocene inferiore.
	1+898÷2+210	Argille Policrome: complesso eterogeneo e caotico costituito da una nettamente prevalente matrice argillosa, localmente sabbiosa, di colore variabile da grigio a verde, a rosso scuro-vinaccia, inglobante blocchi decametrici di quarzoareniti grossolane e di calcari marnosi. La matrice argillosa ha struttura scagliosa, determinata dalla pervasiva presenza di clivaggi di taglio anastomosati che delimitano scagliette di dimensioni centimetriche o subcentimetriche. Nel tratto 1+898÷2+003, il limite tra le Argille Policrome e gli scisti biotitici attraversa longitudinalmente la galleria in corrispondenza del piano dei centri, per poi diminuire di quota a progressive più elevate.

		Nel tratto 2+145÷2+210, la calotta della galleria attraversa le formazioni sabbioso-arenacea miocenica e detritica.
Faglie ed altri elementi tettonici:	1+376÷1+412 1+530÷1+564 1+876÷1+898	Faglie principali con zone di taglio fragile associate.
Problematiche idrogeologiche	1+261÷1+893	Condizioni generalmente secco-umide dell'ammasso, con la presenza di deboli manifestazioni idriche in corrispondenza delle zone di faglia. Le misure eseguite nel piezometro tipo Casagrande installato nel sondaggio SXE mostrano la presenza di acqua. E' possibile quindi una limitata circolazione di acqua all'interno delle porzioni fratturate dell'ammasso roccioso, caratterizzato da una bassa permeabilità ($6.14 \cdot 10^{-7}$ m/s in SXE – par. 8.1).
	1+893÷2+210	Nel settore di intersezione delle gallerie con il complesso delle argille policrome, nonostante la permeabilità molto bassa della formazione ($k < 10^{-7}$ m/s – par. 8.1), è possibile che queste si presentino bagnate con deboli stillicidi in fase di scavo, a causa del contrasto di permeabilità e della morfologia del limite con le sovrastanti sabbie e ghiaie mioceniche (in particolare, tra circa la pk 1+900 e la pk 1+980, e tra la pk 2+110 e la pk 2+120). A partire dalla pk 2+130 circa sarà possibile l'intersezione in calotta con il limite di tetto, inclinato a bassissimo angolo nel senso di avanzamento, delle argille policrome in contatto con i soprastanti depositi sabbioso-limosi di pertinenza della formazione delle sabbie e arenarie mioceniche, sature d'acqua della falda sospesa sul tetto delle argille.
Condizioni degli imbocchi:	Lato RC	L'imbocco sul lato Reggio Calabria è impostato negli scisti biotitici mediamente fratturati e con giacitura della scistosità a franapoggio.
	Lato TA	In corrispondenza dell'imbocco lato TA la morfologia si presenta complessa, con incisioni localmente pronunciate, dove affiorano depositi detritici-colluviali, ovvero depositi di origine torrentizia, per uno spessore minimo di alcuni metri. I depositi osservati sono costituiti da abbondante matrice limoso-sabbiosa inglobante ciottoli e blocchi di scisti e calcari brecciati. Le suddette incisioni sono sede di temporanei afflussi idrici e di trasporto solido in occasione di

		precipitazioni intense. I depositi argillosi del substrato e detritici sono ricoperti in superficie da terreni di riporto per uno spessore massimo di 5 m.
Caratteristiche del materiale di smarino:	1+261÷1+876	La roccia estratta (scisti biotitici), opportunamente frantumata e vagliata, può essere riutilizzata per la costruzione di rilevati e per riempimenti.
	1+898÷2+210	Il materiale di scavo proveniente dalle Argille policrome non è idoneo ad essere riutilizzato tal quale.

Rilevato tra Peristeri e Sant'Antonino

Geologia

Nella zona del rilevato previsto tra le gallerie Peristeri e Sant'Antonino sono presenti le Argille policrome a ovest e le Argille marnose a est, poste in contatto tettonico tra loro. La zona di faglia si estende dalla pk 2+360 alla pk. 2+380, all'intorno della quale le argille si presentano fortemente disturbate dall'azione tettonica. Tutto il tratto è caratterizzato dalla presenza di riporti antropici, dovuti agli sbancamenti per la realizzazione della carreggiata di monte, con spessore di circa 4 metri, che si assottiglia verso gli imbocchi.

Gli affioramenti di substrato argilloso sono scarsi: le Argille policrome affiorano in modo discontinuo solo nell'incisione del Torrente Carcane. Esse sono ricoperte da uno strato superficiale, formato da depositi colluviali di degradazione dello stesso substrato e, nella zona più prossima al Torrente Carcane, da depositi alluvionali a granulometria fine. La zona della Cascina, in passato oggetto di ripetute sistemazione antropiche che trovano il loro indizio morfologico nella presenza di rilevati e scarpate rettilinee, è caratterizzata da terreno di riporto non costipato, dello spessore variabile da zero a più di 3 metri, come verificato nel pozzetto esplorativo P8.

Sempre in prossimità della suddetta cascina, si trovava il cosiddetto "Vulcano", rappresentato da una emersione di fanghi argillosi, provenienti dal sottostante substrato di Argille policrome e/o Argille marnose mioceniche. L'ultima fase di intensa attività risale, secondo quanto rilevabile da informazioni orali reperite in loco, al terremoto del 1978, in occasione del quale la fuoriuscita di fango dal "vulcano" fu molto abbondante. Il legame dell'attività del vulcano

con l'evento sismico permette di ipotizzare che la risalita di fango avvenga attraverso fratture collegate con una faglia principale, della quale è stata ipotizzata la presenza nel modello geologico-strutturale del sottosuolo della zona in oggetto. Sulla carta geomorfologica è stata riportata la posizione presunta del "vulcano", che attualmente è ricoperto dal terreno di sistemazione dell'area prospiciente la cascina. La posizione, al momento del rilievo, era materializzata in loco da un accumulo di ciottoli e blocchi arrotondati. Rispetto all'opera in progetto, il punto individuato si trova a circa 8 metri di distanza verso nord dal bordo esterno dell'impronta del rilevato della carreggiata di monte.

Geomorfologia

Per tutto il tratto in esame, la morfologia è fortemente influenzata dall'intervento

antropico rappresentato da sbancamenti e riporti dovuti alla realizzazione della carreggiata di monte e alla sistemazione degli imbocchi della carreggiata di valle.

L'area nelle vicinanze dell'imbocco della Galleria Peristeri, immediatamente esterna rispetto ai riporti antropici, è caratterizzata dalla stessa morfologia ricordata nel paragrafo 11.5 della relazione geologica relativo alla tratta in galleria, con interferenze su incisioni localmente pronunciate, sede di temporanei afflussi idrici e di trasporto solido in occasione di precipitazioni intense. Il versante dove è situato l'imbocco lato RC della Galleria Sant'Antonino, dal fondovalle fino al crinale, è stato oggetto di un notevole intervento antropico di riprofilatura a seguito di un importante dissesto verificatosi nel 2007 durante lo scavo della galleria Sant'Antonino. La pendenza media del versante è stata abbattuta notevolmente fino a divenire circa 1 su 3. Tale intervento di sistemazione ha obliterato una serie di più o meno estesi fenomeni gravitativi antecedenti il dissesto, essenzialmente di tipo colamento lento, da superficiale a profondo, ed erosione areale diffusa.

Idrogeologia

Al momento del rilievo geologico di superficie, il Torrente Carcane era sede di un limitato deflusso idrico, di portata inferiore a 0,5 l/s. Inoltre, nel tratto terminale delle incisioni secondarie prima della confluenza con il Torrente

Carcane stesso, si sono osservate zone umide diffuse. Nel substrato argilloso non contiene falde produttive; la circolazione avviene probabilmente all'interno di livelli a carattere più sabbioso.

Galleria Sant'Antonino

	Tratto	
Indagini di riferimento:		Stendimenti geofisici: LS1, LS2, LS3, LS5, LS6, LS9 (anno 2008), LS13, LS14, LS15, LS16 (2010); sondaggi geognostici: S7/03, S8/03, S9/03, S10/03, S12/03 (2003), S11E, S11bisE, S12E, S13E, S14E (2005), S2Q, S2T (2008).
Previsione di scavo:	2+504÷3+131	<p>Peliti argilloso-marnose di colore grigio piombo, stratificate e con intercalazioni subordinate di livelli centimetrici e decimetrici di sabbie fini e arenarie debolmente cementate. Le intercalazioni sabbiose sono relativamente più frequenti nella porzione alta della formazione (che si incontra nel tratto terminale della galleria, lato TA).</p> <p>La giacitura della stratificazione è generalmente immergente verso Sud-SudEst, inclinata di circa 20° (a reggipoggio rispetto al fronte lato RC). In corrispondenza dell'area di imbocco, lato RC, l'ammasso risulta estremamente fratturato e detensionato, con la presenza di spessi orizzonti da mediamente a molto scagliettati, verificatesi a seguito del fenomeno gravitativo che lo ha coinvolto.</p>
Faglie ed altri elementi tettonici:	2+586÷2+624	Faglia con direzione N-S individuata all'estremità dell'area di dissesto dell'imbocco lato RC e relativa zona di taglio fragile, ormai obliterata dalla mobilizzazione del materiale a seguito del dissesto.
	2+697÷2+727	Faglia principale con zona di taglio fragile associata in cui la roccia è particolarmente tettonizzata.
	2+800÷2+817 2+904÷2+940 3+106÷3+121	Faglie secondarie con zone di taglio fragile associate.
Problematiche idrogeologiche		Le condizioni idrogeologiche variano da bagnato a presenza di stillicidi nella prima parte della galleria, dall'imbocco lato RC a pk 2+720, dove lo scavo interessa il materiale argilloso mobilizzato; la permeabilità varia, invece, da medio-bassa a media. In particolare, in corrispondenza delle principali zone di fratturazione, si stima la presenza di stillicidi (pk 2+585÷2+610 e 2+690÷2+720) e una permeabilità media mentre, lontano da queste fasce tettonizzate, le

		condizioni sono generalmente da umide a bagnate, con una permeabilità medio-bassa (2+504÷2+585, 2+609÷2+649, 2+649÷2+690). Nella seconda parte della galleria, da pk 2+720 all'imbocco lato TA, le condizioni idrogeologiche sono secco-umide e la permeabilità è bassa.
Condizione degli imbocchi	Lato RC	L'imbocco è impostato direttamente sui riporti antropici, con spessore stimato di circa 10 metri, poggiati direttamente sulla Formazione delle Argille Marnose, nella porzione mobilizzata dal dissesto occorso il 3 dicembre 2007.
	Lato TA	L'imbocco è impostato nelle Argille Marnose, ricoperte da una coltre di riporti antropici dovuti alla riprofilatura del versante con spessore di alcuni metri, fino a un massimo di 5 m.
Caratteristiche del materiale di smarino:		Il materiale di scavo non è idoneo ad essere riutilizzato.

Siti di deposito

Sito PA3A

Il sito PA3A si trova in una zona molto prossima all'opera in progetto, a Nord dell'abitato di Palizzi Marina, nell'area sub-pianeggiante presente allo sbocco verso sud e nel vallone della fiumara di Palizzi, delle due incisioni minori, affluenti di sinistra della stessa fiumara, dei torrenti Ambusena e Frasca. In particolare l'area è divisa in due dall'alveo di quest'ultimo corso d'acqua.

Dal punto di vista geologico detti siti insistono sui depositi alluvionali terrazzati costituenti i conoidi coalescenti dei torrenti Ambusena e Frasca. Si tratta di depositi a prevalente granulometria sabbioso-ghiaiosa, con lenti e livelli a granulometria più fine, sabbioso-limosa. I depositi alluvionali sono ricoperti da un livello di spessore da metrico a plurimetrico di depositi colluviali e/o suolo, anche rimaneggiato dalle attività di sistemazione antropica, in particolare terrazzamenti agricoli.

Il settore del sito che si trova a Est del torrente Frasca è impostato per circa la metà sopra depositi alluvionali, che fanno transizione, nella restante parte dell'area, a depositi detritici di versante.

L'assetto geomorfologico è caratterizzato dalla superficie debolmente inclinata verso il fondo valle della fiumara di Palizzi del conoide del Torrente

Frasca. La superficie del conoide, in entrambi i settori destro e sinistro idrografico, risulta modificata antropicamente con la realizzazione di terrazzamenti per uliveti e campi. L'alveo del torrente, che divide a metà l'area in oggetto, scorre, poco pronunciata rispetto al circostante piano di campagna, tra due muri di sponda in direzione circa NNE-SSO.

Sito PA3B e sito PA13

Questi due siti, formati da tre distinte aree, sono vicini tra loro e presentano un contesto geologico-geomorfologico comune. Sono localizzati nel fondovalle della fiumara di Palizzi, circa 1,8 km in linea d'aria a monte dell'opera in progetto.

Il sito PA3B è formato da due distinte aree, una in destra idrografica e l'altra in sinistra: la prima è compresa tra l'alveo attivo del corso d'acqua ed il rilevato della strada provinciale per Palizzi Superiore, la seconda occupa l'interno di una stretta ansa del torrente ed è compresa tra l'alveo attivo e la base del versante sinistro.

Il sito PA13 è a poche decine di metri a valle del sito PA3B, in destra idrografica ed occupa la porzione pianeggiante di fondovalle compresa tra l'alveo attivo della fiumara e la base del versante, al di sotto della strada provinciale per Palizzi Superiore.

Il contesto geologico della zona prevede l'affioramento di rocce metamorfiche di pertinenza dell'unità dell'Aspromonte, costituite da metagraniti e ortogneiss. Queste rocce sono interessate da uno sviluppato reticolo di fratture e di faglie principali, che influenzano la morfologia, essendo linee preferenziali di erosione e quindi di modellamento dei versanti e delle incisioni dei corsi d'acqua e del reticolo idrografico minore. In particolare si evidenziano due direttici, con direzione circa E-O e NE-SO.

La base dei versanti è occupata da depositi detritici e/o torrentizi, provenienti dai versanti soprastanti, organizzati in conoidi allo sbocco di incisioni minori affluenti della fiumara, oppure rappresentano i cumuli di frane di crollo. I depositi sono costituiti da blocchi spigolosi e poco arrotondati di ortogneiss e metagraniti, in matrice sabbiosa. Verso le porzioni pianeggianti del fondovalle, che peraltro in questa zona sono piuttosto ridotte, i depositi detritici di base

versante fanno transizione ai depositi alluvionali recenti e attuali della fiumara. Questi depositi sono costituiti in prevalenza da ghiaie e ciottoli con blocchi decimetrici arrotondati, in matrice sabbiosa.

Dal punto di vista geomorfologico il carattere principale è la marcata incisione fluviale, molto profonda ed impostata su tratti delle strutture tettoniche le cui evidenze fotogeologiche sono state descritte in precedenza.

In particolare il sito PA3B in sinistra idrografica appare impostato in un'ansa del corso d'acqua delimitata da due lineamenti aventi direzione circa NE-SO e E-O. I versanti, particolarmente acclivi dove il corso d'acqua scorre a ridosso del loro piede, presentano evidenze di fenomeni di instabilità superficiale legati allo stato di fratturazione della roccia metamorfica. Sul versante al di sopra del sito PA3B in sinistra idrografica si è riconosciuta una vecchia nicchia di distacco di crolli successivi, oltre ad un limitato fenomeno di crollo recente. Al piede del versante si osserva un conoide di accumulo detritico di materiale proveniente dai crolli soprastanti. Questo conoide fa transizione verso il basso ai depositi detritici di versante ed ai depositi alluvionali di fondovalle. Verso l'alveo l'area di deposito è delimitata dal muro di sponda in cls della fiumara.

Il sito PA3B in destra idrografica si trova in un tratto della base del versante, a valle del rilevato della strada provinciale, caratterizzato da una modesta pendenza trasversale e sistemato con terrazzamenti, impostato probabilmente sui depositi detritici di base versante.

Il sito PA13 occupa una porzione pianeggiante del fondovalle, delimitata a valle dal muro di difesa spondale della fiumara. A monte il sito è delimitato dalla scarpata posta alla base del versante, al di sotto del rilevato della strada provinciale per Palizzi Superiore. Anche questo sito è delimitato verso sud-ovest da un corso d'acqua minore che drena un piccolo bacino adiacente a quello descritto in precedenza. Il piccolo corso d'acqua presenta una difesa spondale costituita da un muro in calcestruzzo, su entrambe le sponde.

5.4.1. Inquadramento Geotecnico

L'area interessata dal tracciato è formata da una successione delle seguenti unità lito-stratigrafiche, dalla più antica alla più recente:

- il "basamento cristallino ercinico", costituito dagli scisti biotitici e filladici;
- i depositi sedimentari costituiti dalle "Argille policrome" (Miocene inferiore);
- i depositi sedimentari costituiti dalle "Argille marnoso-sabbiose" (Miocene medio-superiore).

Gli "Scisti biotitici e filladici" (Paleozoico), sono rappresentati da un ammasso roccioso metamorfico, presentano un colore da grigio argenteo a grigio piombo e sono composti prevalentemente da quarzo, plagioclasio, biotite, muscovite; presentano una superficie di discontinuità pervasiva, scistosità, a spaziatura millimetrica con una inclinazione media di circa 30°; gli scisti affiorano diffusamente nella parte più occidentale del tracciato, da inizio lotto fino al versante destro del Torrente Carcane (gallerie Palizzi Marina, Ambusena e maggior parte della galleria Peristeri); le varie fasi deformative (ercinica ed alpina) hanno portato allo sviluppo di numerose fasce di taglio, con la conseguente formazione di zone di ammasso roccioso completamente tettonizzato; nel complesso gli scisti biotitici sono da mediamente a completamente fratturati ed alterati.

Le "Sabbie ed arenarie" (Miocene inf.) sono costituite da alternanze da centimetrico a metriche di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi; questo litotipo interessa un settore in corrispondenza della zona di imbocco lato Taranto della galleria Peristeri;

Le "Argille policrome" (Miocene inf.) sono costituite da un complesso caotico ed eterogeneo con una matrice argillosa ed inglobante blocchi di arenarie e calcari marnosi. Localmente possono essere sabbiose, sono di colore variabile da grigio a verdastro a rosso vinaccia, con una struttura scagliosa che testimonia le differenti fasi deformative in cui questo terreno è stato coinvolto; gli affioramenti di argille policrome sono limitati ad alcune zone di frana attiva, mentre i subareali di affioramento interessano parte della galleria Peristeri (circa il 40%);

Le "Argille marnoso-sabbiose" (Serravalliano-Tortoniano) sono costituite da argille marnose ed argille sabbiose, di colore grigio piombo, con intercalati

livelli centimetrici e/o pluridecimetrici di sabbie medio fini; nelle zone di maggiore affioramento presentano le caratteristiche tipiche dei sedimenti argillosi, con rilievi e versanti spesso denudati, suolo scarso se non assente, processi diffusi di erosione regressiva e forme calanchive.

I depositi recenti che possono interessare le zone di imbocco delle gallerie o le tratte all'esterno, sono costituiti da:

- depositi detritici e gravitativi, consistenti in accumuli caotici di clasti eterogenei ed eterometrici, in matrice sabbioso - limosa; sono più diffusi nelle zone di affioramento del substrato cristallino; in genere sono costituiti da materiali sciolti o a debole coesione;
- depositi colluviali, che comprendono depositi di versante accumulati per gravità, depositi eluvio-colluviali, depositi di falda in genere costituiti da blocchi plurimetrici alla base di scarpate rocciose;
- depositi eluvio - colluviali, costituiti da depositi detritici in matrice sabbioso - limosa.

5.4.2. Stratigrafia di riferimento

Come noto Il tracciato di progetto si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 3.5 km, con quattro gallerie (Palizzi, Ambusena, Peristeri e S. Antonino) che suddividono il tracciato all'aperto in quattro tratti principali:

- tratto a) compreso tra la galleria Palizzi e la galleria Ambusena □ corrispondente all'attraversamento in viadotto della Fiumara di Palizzi, tra le proggr. 470 - 780 circa;
- tratto b) compreso tra la galleria Ambusena e la galleria Peristeri, in sede naturale, tra le prg. 880 - 1230 circa;
- tratto c) compreso tra la galleria Peristeri e la galleria S. Antonino, in sede naturale, tra le prg. 2240 - 2500 circa

Le opere in progetto ricadono nei tratti b) e c) di cui sopra e al riguardo, in sintesi, si precisa quanto segue.

Nel **tratto b** prevalgono gli scisti biotitici (Sb), in affioramento, ma si rinvencono localmente anche terreni alluvionali (ar) e terreni detritici di copertura (dc-dg). In particolare, all'uscita della galleria Ambusena i terreni risultano caratterizzati da un maggior accumulo di coperture detritiche di origine colluviale, il cui spessore aumenta verso il piede del versante. Anche il versante opposto, che delimita il torrente Frasca, evidenzia una marcata alterazione dei depositi di substrato, con coperture detritiche (dg) di spessore dell'ordine di 4 ÷ 5 m. In corrispondenza del torrente Frasca i terreni affioranti sono costituiti da depositi alluvionali (ar) in matrice sabbiosa-limosa. Nel tratto all'aperto prospiciente alla galleria Peristeri, si rinviene infine uno strato di terreni di riporto, dello spessore di circa 4 m.

In questo tratto gli scisti biotitici affioranti si presentano molto fratturati ed alterati, con diffuse fasce di taglio e zone di faglia secondarie a basso angolo, pertanto sulla carreggiata di monte sono stati previsti muri di placcaggio della roccia scistosa.

Complessivamente, per il tratto b in esame, sono disponibili 2 sondaggi (S3/03, S5E), entrambi della profondità di 15 m e sono stati altresì realizzati tre pozzetti (Poz.1, Poz.2, Poz.3). Per quanto riguarda la falda, si osserva che le misure eseguite sui sondaggi in roccia,

realizzati per le adiacenti gallerie Ambusena e Peristeri, permettono di escludere la presenza di acque nella porzione più corticale del basamento roccioso di scisti biotitici. Pertanto, gli scavi degli sbancamenti saranno realizzati in condizioni secche o al massimo di diffusa umidità superficiale

Il **tratto c** ricade all'interno di un ampio compluvio riempito dalla formazione delle argille policrome varicolori (Ap) e, subordinatamente, dalla formazione delle argille marnose (Am). La formazione delle argille policrome varicolori si presenta come un ammasso caotico la cui matrice è costituita da argille scagliettate, sovraconsolidate, inglobanti blocchi di quarzo-areniti e calcari marnosi. Le argille marnose si presentano invece con una stratificazione meno irregolare, costituita prevalentemente da argille sovraconsolidate, intervallate da strati di sabbie fini ed arenarie debolmente cementate. Dal punto di vista della

classificazione geotecnica, entrambe le formazioni possono essere definite strutturalmente complesse con grado di complessità strutturale ovviamente maggiore per le argille policrome.

Il tetto di tali formazioni risulta coperto da depositi detritici (dt), depositi alluvionali (ar) e terreni di riporto (r) con spessore medio 4÷5 m. In particolare, nelle aree di fondo valle, affiorano depositi detritico-alluvionali a granulometria sabbio-ghiaiosa, interdigitati ai depositi argilloso-colluviali provenienti dalle pendici limitrofe.

Complessivamente, per il tratto c in esame, sono disponibili 4 sondaggi (S6/03, S7/97, S8/97, S10E), di profondità compresa tra 15 m e 20 m.

Nella Tabella che segue sono riportate le principali caratteristiche fisiche e meccaniche desunte dall'interpretazione delle indagini in situ e di laboratorio eseguite per i terreni rinvenuti.

Formazione geologica	Classe geotecnica	Granulometria	Parametri geotecnici
DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI (dc)	Terreni sciolti incoerenti	sabbia e ghiaia	$\gamma = 20 \div 22 \text{ kN/m}^3$; $c'=0 \text{ kPa}$; $\varphi' = 35 \div 40^\circ$
DEPOSITI DETRITICI E GRAVITATIVI (dg)	Terreni sciolti incoerenti	ghiaia	$\gamma = 20 \div 22 \text{ kN/m}^3$; $c'=0 \text{ kPa}$; $\varphi' = 38 \div 42^\circ$
DEPOSITI DETRITICI DI ORIGINE TORRENTIZIA (dt)	Terreni sciolti incoerenti	sabbia medio fine	$\gamma = 20 \div 22 \text{ kN/m}^3$; $c'=0 \text{ kPa}$; $\varphi' = 35 \div 40^\circ$
DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI (as)	Terreni sciolti incoerenti	Sabbia, ghiaia e limo	$\gamma = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$; $c'=0 \text{ kPa}$; $\varphi' = 35 \div 42^\circ$
	Terreni coesivi	limo con sabbia argillosa	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$; $c'=10 \text{ kPa}$; $\varphi' = 16 \div 24^\circ$; $c_u = 60 - 100 \text{ kPa}$
DEPOSITI ALLUVIONALI ANTICHI E RECENTI (ar)	Terreni sciolti incoerenti	Sabbia, ghiaia e limo	$\gamma = 20 \div 21 \text{ kN/m}^3$; $c'=0 \text{ kPa}$; $\varphi' = 35 \div 42^\circ$
	Terreni coesivi	limo con sabbia argillosa	$\gamma = 19 \div 22 \text{ kN/m}^3$; $c'=10 \text{ kPa}$; $\varphi' = 16 \div 24^\circ$; $c_u = 60 - 100 \text{ kPa}$
SABBIE E CONGLOMERATI A BLOCCHI (Scg)	Terreni consistenti	Sabbia debolmente cementata	$\gamma = 20-23 \text{ kN / m}^3$; $c'=50-100\text{kPa}$; $\varphi' = 30 - 35^\circ$
ARGILLE MARNOSE (Am)	Formazione strutturalmente complessa	Limo, argilla e sabbia	$\gamma = 19-22 \text{ kN / m}^3$; $c' = 10 - 40 \text{ kPa}$ $\varphi' = 19 - 25^\circ$ $c_u = 100 - 400 \text{ kPa}$
ARGILLE POLICROME (Ap)	Formazione strutturalmente complessa	Sabbia, limo argilla	$\gamma = 19 \div 22 \text{ kN/m}^3$; $c' = 20 - 50 \text{ kPa}$ $\varphi' = 20 - 24^\circ$; $c_u = 100 - 300 \text{ kPa}$
TRUBI (tr)	Roccia tenera	-	$\gamma = 19-22 \text{ kN / m}^3$; $c' = 300 - 500 \text{ kPa}$; $\varphi' = 30 - 35^\circ$

Dal punto di vista geotecnico, in base a quanto riconosciuto nel corso delle indagini, ai fini progettuali si individuano i seguenti terreni tipo (dal più superficiale al più profondo):

Tratto b:

Depositi eluvio colluviali (dc) o depositi detritici (dg), per uno spessore di circa 7 m;

Scisti biotitici (Sb), ammasso roccioso costituente il substrato di riferimento.

Tratto c:

Depositi alluvionali antichi e recenti (ar), per uno spessore dell'ordine di circa 3 m;

Argille marnose (Am) o argille policrome (Ap), costituente il substrato di base.

5.4.3. Parametri Geotecnici

In base alla caratterizzazione proposta nella Tabella precedente ed in aderenza alle evidenze di carattere geologico e litostratigrafico, si individuano i parametri geotecnici utili per il calcolo delle opere.

Tratto	z	γ	c'	ϕ	cu
	m	kN/m ³	kPa	°	kPa
B	0-7	20	0	33	-
C	0-3	18	0	27	-
	>3	18	20	24	100

Tabella 6-1. Parametri geotecnici caratteristici dei terreni

Nel presente progetto, il ritombamento degli imbocchi verrà eseguito con materiale proveniente sia dagli scavi precedentemente eseguiti sia da cave di prestito e facendo riferimento alle classificazioni ASTM D 3282 o UNI 10006 dovrà appartenere ai A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5 con esclusione di pezzature superiori a 150 mm, ovvero potrà essere utilizzato materiale stabilizzato a calce in conformità al Capitolato Speciale di Appalto.

Per quanto concerne il materiale stabilizzato, già approvato ed utilizzato nella realizzazione del tratto di monte, si farà riferimento alla documentazione prodotta in precedenza, relativa alle analisi sui campioni di materiale provenienti dalla G. Sant'Antonino e stabilizzati con diverse percentuali di calce

I terreni di riempimento, ai fini del calcolo, verranno caratterizzati da un peso dell'unità di volume di 18-19 kN/m³ e da una resistenza a taglio pari a 35° per i terreni a grana grossa ovvero da una coesione non drenata, in favore di sicurezza, di 30 kPa per i materiali stabilizzati a calce.

5.4.4. Inquadramento Sismico e Categorie di sottosuolo

Nella relazione geologica e nella specifica relazione sismica si è proceduto ad illustrare la sismicità dell'area e a fornire una caratterizzazione sismica dei terreni interessati dal tracciato. Nel merito si ricorda che tra i terremoti che recentemente hanno interessato una zona prossima a quella dell'opera in progetto, va ricordato il terremoto di Ferruzzano, del 3 Novembre 1978, di magnitudo 5.5, con epicentro situato circa 15 km a nord di Palizzi Marina e profondità ipocentrale valutata in circa 15 km (Guerricchio, 1988). Nella tabella seguente sono riportati i principali terremoti storici che hanno interessato i comuni di Palizzi e di Bova Marina. Per ogni ulteriore dettaglio si rimanda ai succitati elaborati

PALIZZI								
<i>Giorno</i>	<i>Mese</i>	<i>Anno</i>	<i>Lat.</i>	<i>Long.</i>	<i>I loc</i>	<i>I max</i>	<i>Magnit.</i>	<i>Area epicentrale</i>
5	2	1783	38.3	15.97	7.5	11	6.9	Calabria Meridionale
16	11	1894	38.28	15.87	7	9	5.9	Bagnara Calabria
8	9	1905	38.67	16.07	7	10.5	6.8	Golfo di S.Eufemia
23	10	1907	38.13	16	8.5	9	6	Ferruzzano
28	12	1908	38.15	15.68	7	11	7.1	Calabria meridionale-Messina
16	1	1975	38.12	15.65	4.5	7.5	5.4	Stretto di Messina
15	4	1978	38.12	15.02	5	8	5.8	Golfo di Patti
11	3	1978	38.02	15.98	8	8	5.5	Ferruzzano

La definizione delle categorie di sottosuolo è stata condotta utilizzando le linee sismiche della campagna di indagine del 1997 e i risultati delle indagini geofisiche del 2018. Le prime hanno permesso la determinazione delle velocità delle onde longitudinali VP; in mancanza di determinazioni dirette, le corrispondenti velocità VS sono state stimate tarando il valore del coefficiente di Poisson ν mediante la stima di VS dai risultati delle prove dinamiche in foro tipo SPT mediante la correlazione proposta da Ohta e Goto.

Le analisi più recenti hanno permesso la determinazione diretta della velocità delle onde di taglio.

1) Inizio lotto (da pk 0+000 a pk 0+440)

Nella tratta in questione, sono state utilizzate le linee sismiche LS1 e LS10 della campagna 1997 e i risultati delle prove SPT eseguite nei sondaggi S2bisE (2005) e S1bis03 (2003).

La $V_{S,eq}$ calcolata varia nel range 450÷660 m/s, ricadendo nella categoria di sottosuolo B.

2) Tratto a (da pk 0+440 a pk 0+780)

Per la classificazione della Fiumara di Palizzi sono state utilizzate le linee sismiche LS3 e LS4 della campagna 1997 e i risultati delle prove SPT di cui ai sondaggi S3E (2005) e S1/03 (2003).

I valori ottenuti di $V_{S,eq}$ ricadono nell'intervallo relativo al sottosuolo di tipo B con un minimo di $V_{S,eq} \approx 363$ m/s. Tale valore quasi corrisponde alla soglia di passaggio tra categoria B e la C (360 m/s). Vista la natura alluvionale dei terreni che ricoprono gli scisti, si è deciso di adottare, prudenzialmente, una categoria di sottosuolo di tipo C.

3) Tratto b (da pk 0+880 a pk 1+250)

Nel caso in esame, sono state utilizzate le linee sismiche n. 6 e n. 7 della campagna del 1997 e la MASW 1 (2018). Dalle elaborazioni effettuate, considerando che il bedrock sismico (formazione degli scisti) si trova a circa 15-18 m di profondità dal piano campagna, la determinazione della $V_{S,eq}$ è stata condotta fino a tale profondità. I valori ottenuti di $V_{S,eq}$ ricadono nell'intervallo relativo al sottosuolo tipo B con minimo di $V_{S,eq} \approx 398$ m/s.

Si è deciso di adottare, prudenzialmente, una categoria di sottosuolo di tipo C.

4) Tratto c (da pk 2+240 a pk 2+500)

La caratterizzazione sismica dei terreni tra la Galleria Peristeri e la Galleria Sant'Antonino è stata eseguita utilizzando la MASW2 eseguita nel 2018.

Dai dati disponibili emerge che la categoria di sottosuolo in questo tratto è la C, con una $V_{S,eq}$ pari a 353 m/s

5) Tratto d (da pk 3+200 a pk 3+500)

Nella parte finale del lotto è stata utilizzata la MASW3, eseguita in fase di progettazione esecutiva in prossimità del Viadotto Simmero.

Dai dati disponibili emerge che la categoria di sottosuolo in questo tratto è la C, con una $V_{S,eq}$ pari a 270 m/s.

Sul tracciato in esame pertanto si è assunto un profilo sismico di tipo B nel tratto iniziale del lotto. Mentre per la restante parte del tracciato si è assunto un profilo sismico di tipo C, la tabella riassume la classificazione sismica dei terreni del tracciato, ad eccezione delle gallerie.

Zona	progressive	Categoria
Inizio lotto	0+000 ÷ 0+440	B
Tratto a	0+440 ÷ 0+780	C
Tratto b	0+880 ÷ 1+250	C
Tratto c	2+240 ÷ 2+500	C
Tratto d	3+200 ÷ 3+500	C

Tabella 7-1. Categorie di sottosuolo del tracciato.

5.5. Idrologia e Idraulica

5.5.1. Interferenze idrauliche

Il tracciato della Variante all'abitato di Palizzi della S.S. 106 "Jonica" interferisce con corsi d'acqua di diversa natura, rappresentati dalla fiumara Palizzi, i torrenti Simmero, Ambusena e Frasca, ed alcuni fossi o impluvi naturali con bacini di estensione limitata.

Le principali opere idrauliche di superamento e/o opere di sistemazione idraulica dei corsi d'acqua risultano già realizzate nei precedenti appalti. In particolare, sono completi:

- Il Viadotto sulla Fiumara Palizzi dal km 0+476.91 al km 0+756.91;
- Il Viadotto sul Torrente Simmero dal km 3+247.59 al km 3+411.59;
- Gli Attraversamenti idraulici in corrispondenza del Torrente Frasca (scatolare 3.0m x 4.0m al km 1+218.93), il torrente Ambusena (circolare $D = 2.0m$ al km 0+959.30) e il torrente Carcane (scatolare 3.0m x 4.0m al km 2+348.77);

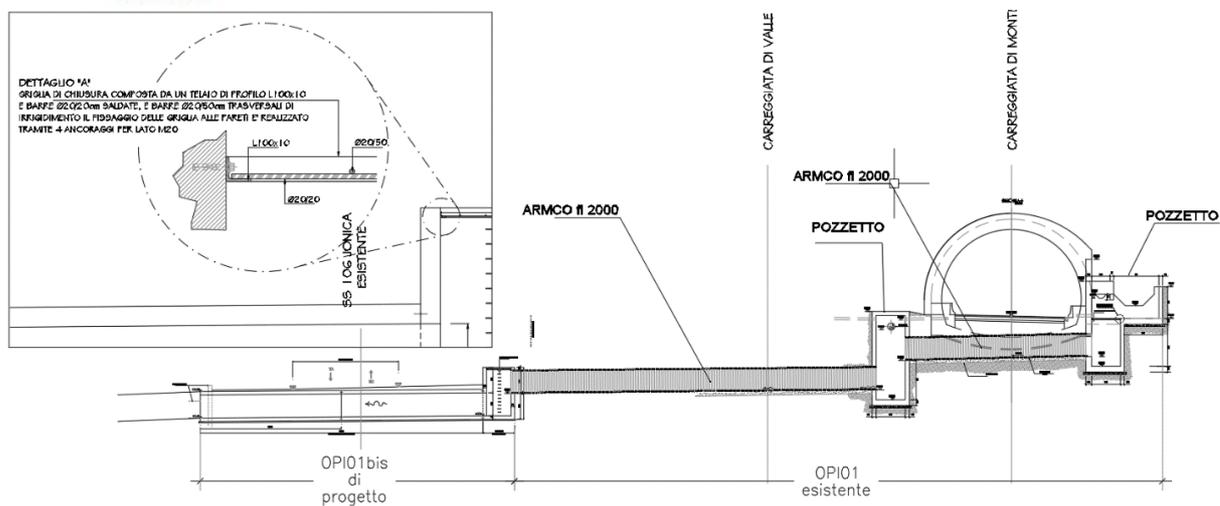
Altre opere minori di attraversamento dell'asse in progetto risultano già realizzate, a seguito dell'ultimazione della carreggiata di monte, deve invece essere costruita la modesta opera idraulica costituita dal rifacimento/adeguamento di un tombino idraulico posto alla progressiva 0+005.65 a valle di quello già esistente denominato OPI01 (realizzato con la costruzione della carreggiata di monte) in prossimità dell'imbocco lato Reggio Calabria della galleria "Palizzi Marina". Il tombino di progetto, denominato **OPI01ter**, permette l'attraversamento dell'attuale SS 106 Jonica attraverso un manufatto scatolare di dimensioni $B=2.0m \times h=2.0m$ e lunghezza $L= 27m$ con opera di sbocco nel canale di scolo esistente;

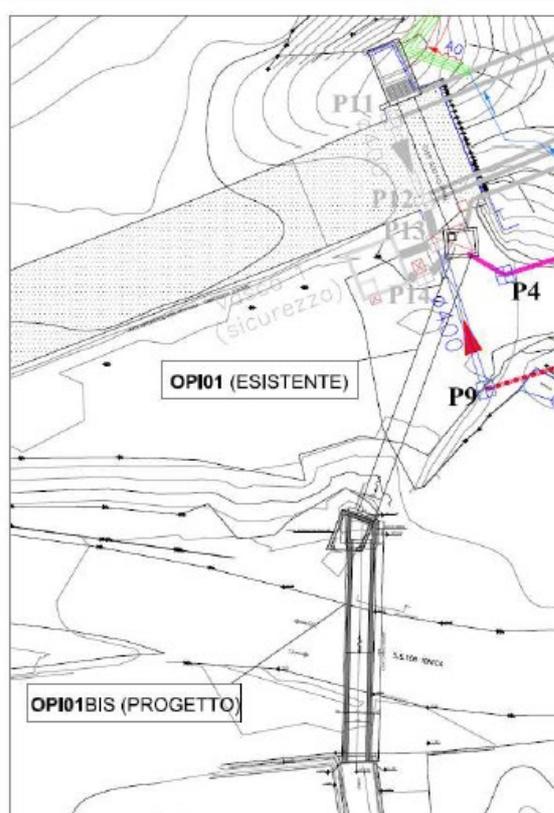
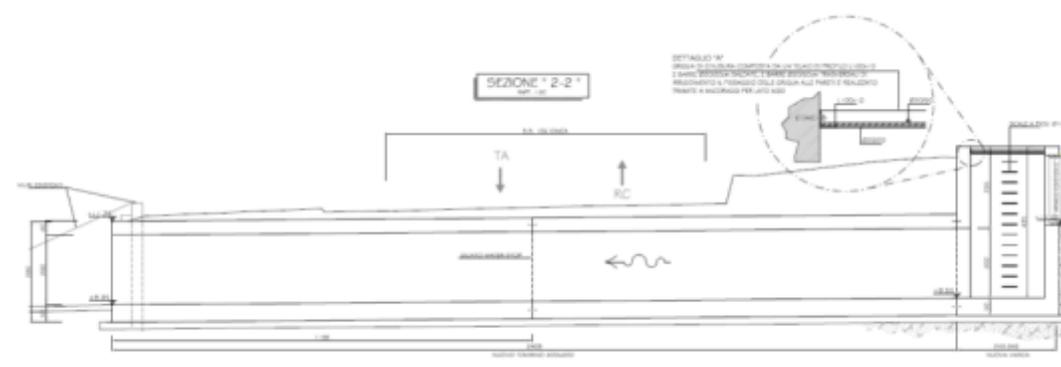
Complessivamente il sistema è costituito da un pozzetto di monte (in cui confluiscono le acque dei bacini imbriferi, un successivo tubo ARMCO f 2000 di lunghezza $L=15$ m per l'attraversamento della carreggiata di monte della variante SS106 Jonica, un pozzetto di salto, un secondo tubo ARMCO f 2000 di lunghezza $L=30$ m per l'attraversamento della carreggiata di monte della variante SS106 Jonica e, infine, il tombino di progetto OPI01bis,

Nelle figure che seguono è rappresentata l'opera sopra descritta



Figura 7: Simulazione idraulica del sistema di tombini OPI01 – OPI01BIS : geometria implementata nel software HEC-RAS





La portata di progetto per il dimensionamento e verifica del sistema di tombini idraulici di cui sopra è stata valutata applicando il metodo razionale, avendo valutato a partire dalle caratteristiche del bacino il tempo di concentrazione caratteristico. La verifica è stata effettuata considerando un tempo di ritorno $TR = 200$ anni.

I bacini imbriferi che sottendono al tombino idraulico oggetto di studio sono riportati nella figura che segue. In particolare, il Bacino 1 sottende direttamente

al sistema di tombini, mentre il Bacino 2 drena nei tombini per mezzo di un canale di gronda.

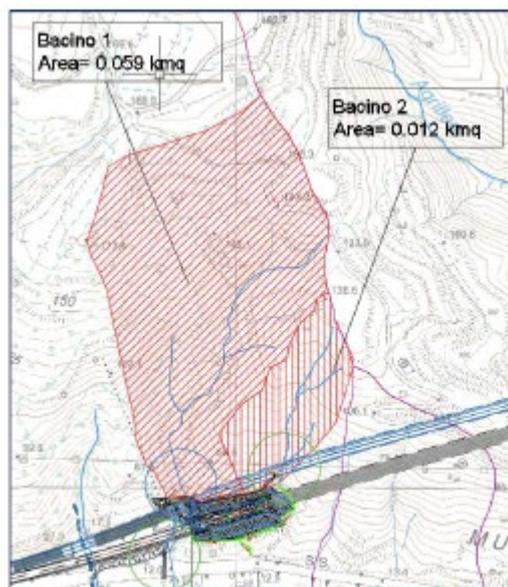


Figura 5: Bacini scolanti sottesi al tombino idraulico di progetto

5.5.2. Idraulica di piattaforma e relativo smaltimento

Il dimensionamento delle opere in esterno è stato fatto sulla base dello studio pluviometrico riportato nella sezione relativa all'idrologia, mentre il complesso dei drenaggi all'interno delle gallerie risponde a criteri di sicurezza e funzionalità delle opere, volti a garantire il funzionamento anche in coincidenza con eventi accidentali (rovesciamenti di autocisterne, autobotti ecc.).

Il sistema adottato per la raccolta delle acque di piattaforma è di tipo chiuso. Tutta l'acqua raccolta dalla pavimentazione stradale viene quindi fatta confluire in delle vasche di sedimentazione/disoleazione (già realizzate seguito dell'ultimazione della carreggiata di monte) prima di essere immessa nel reticolo idrografico naturale.

Le opere di scolo della piattaforma stradale sono costituite da:

- invito ad embrice per immissione in canaletta rettangolare posta sull'arginello con relativi pozzetti e tubi collettori per i tratti in rilevato con pendenza verso il lato esterno;

- pozzetti sifonati in galleria, con relativi tubi collettori;
- cunetta alla francese di larghezza pari a cm 125 nei tratti in trincea con relativi pozzetti e tubi collettori;
- canali di bordo triangolare con bocchettoni e collettore sottostante per i viadotti (opere già realizzate).

Nel calcolo del drenaggio delle acque di piattaforma, la sollecitazione meteorica assunta alla base del progetto è quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni; per essa è stato verificato che tutti gli elementi idraulici di drenaggio raggiungano un grado di riempimento massimo compatibile con la funzione svolta. Fanno eccezione i fossi di guardia dell'asse principale che sono verificati per un tempo di ritorno pari a 50 anni.

Le acque ricadenti sulla piattaforma stradale vengono convogliate a bordo strada in virtù della pendenza trasversale del nastro.

In rilevato, sul lato esterno, viene utilizzato un sistema di drenaggio di tipo chiuso.

Detto sistema prevede l'utilizzazione di embrici che scaricano l'acqua raccolta lungo il ciglio stradale in una canaletta rettangolare, alta 30 cm e larga 60 cm, posta sull'arginello. La canaletta scarica poi, attraverso una griglia di fondo, in pozzetti serviti da un collettore. L'interasse massimo dei pozzetti è di 30÷40 metri (per garantire l'ispezionabilità della rete).

L'interasse degli embrici è stato posto ad un valore massimo pari a 15 metri. Nei tratti di strada in rilevato con pendenza verso l'interno (spartitraffico) si usa una canaletta grigliata.

In galleria è presente un doppio sistema di drenaggio, uno per la raccolta delle acque esterne ed uno per la raccolta delle acque della carreggiata. Il sistema per la raccolta delle acque esterne è costituito da un collettore in PCV DN 125 microfessurato posto nella calotta della galleria. Ogni 50 m è posto un pozzetto ispezionabile che permette all'acqua raccolta di andare in un collettore, sempre in PVC, di DN 200. Questo sistema permette di raccogliere di acque che si infiltrano nella calotta. All'uscita della galleria l'acqua raccolta viene indirizzata

direttamente verso i recapiti finali, essendo pulita e quindi non bisognosa di trattamento.

Per la raccolta delle acque dalla piattaforma stradale si provvedere alla realizzazione di un sistema di drenaggio di tipo chiuso, che prevede il convogliamento delle acque nelle vasche di sicurezza o di prima pioggia esistenti poste in prossimità all'uscita delle gallerie.

Infine, relativamente ai **collettori** sotto cunetta, attraversanti la carreggiata o di allontanamento i diametri utilizzati sono compresi tra D 300 (utilizzati solo sui viadotti) e D 800 mm. Il relativo calcolo utilizza la formula di Gauckler-Strickler con $K = 70 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ ed ipotizza un riempimento massimo delle tubazioni pari al 70% al fine di garantire un adeguato margine di sicurezza (la portata corrispondente è circa l'80% di quella a tubo pieno).

5.6.Opere d'arte principali

Lungo il tracciato sono presenti n. 4 opere in sotterraneo e n. 2 viadotti, già previsti nell'originario progetto esecutivo dell'impresa Condotte. Dette opere sono state parzialmente realizzate nel corso dei lavori eseguiti dalla stessa Condotte e poi dall'impresa De Sanctis, appaltatrice dei lavori della carreggiata di monte ormai completata:

- galleria Palizzi Marina (L=429 m);
- galleria Ambusena (L=124 m);
- galleria Peristeri (L=1.024 m);
- galleria S. Antonino (L=742 m);
- viadotto Fiumara di Palizzi (L=309 m);
- viadotto Simmero (L=164 m).

5.6.1. Viadotti

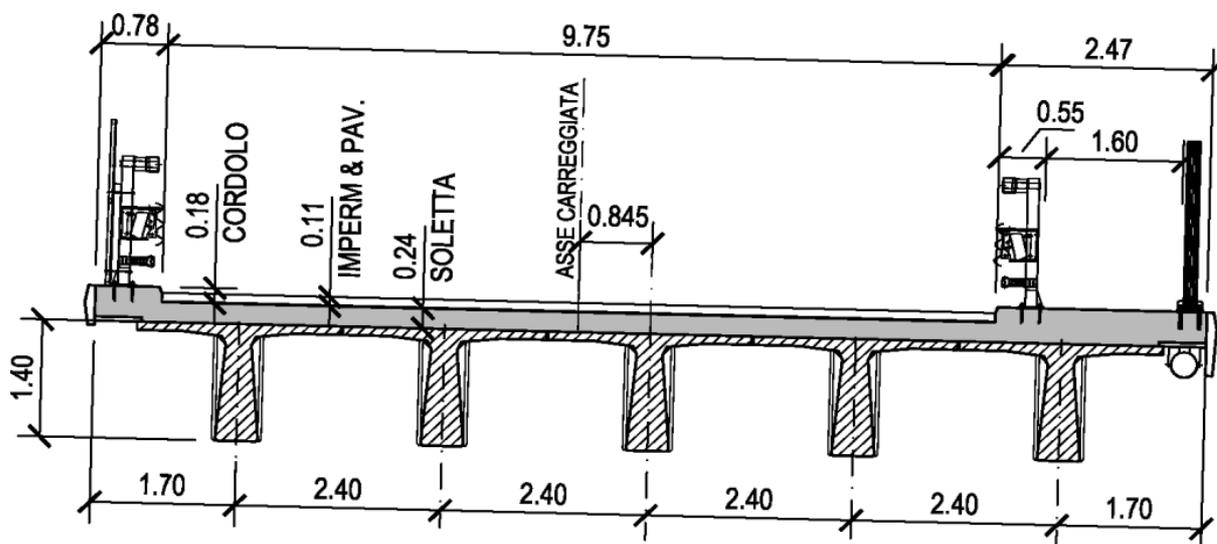
Viadotto Fiumara di Palizzi

L'opera in questione è composta da una travata continua su dieci campate (n. 8 campate intermedie da 29 m e due campate di riva da 24.0m) lato monte e su undici lato valle (n. 9 campate intermedie da 29 m e due campate di riva da

24.0m); la lunghezza complessiva (tra gli appoggi delle spalle) è rispettivamente di 280 m e 309 m

L'impalcato prevede travi in c.a.p. , con sezione a T ad ala larga superiore, poggiate in corrispondenza delle pile e delle spalle, successivamente solidarizzate dal getto dei trasversi di appoggio e da quello della soletta superiore.

SEZIONE IN CAMPATA



Lo schema statico dell'impalcato, ad opera completata, è quello di un graticcio di travi continue sugli appoggi con trasversi ubicati su spalle e pile.

L'opera si sviluppa in rettilineo sia sulla carreggiata di monte che in quella di valle.

Dal punto di vista esecutivo si rappresenta che con i lavori attuali affidati all'impresa De Sanctis l'opera "di monte" è stata del tutto completata, mentre quella "di valle" è al rustico.

Con il presente progetto, si prevede quindi il completamento del viadotto di valle che richiede solo i seguenti interventi:

- Posa dei giunti
- Posa delle barriere guard rail
- Posa delle barriere antirumore
- Stesa della pavimentazione



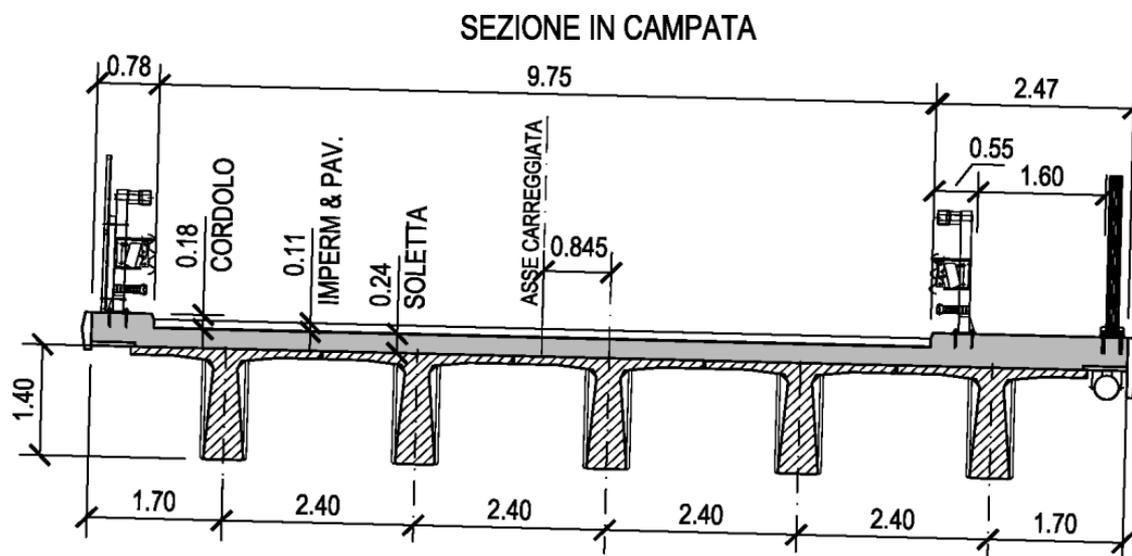
Viadotto fiumara di Palizzi via di monte completa carreggiata di valle al rustico



Viadotto Fiumara di Palizzi carreggiata di valle al rustico

Viadotto Simmero

L'opera è composta, sia a monte che a valle, da una travata continua su sei campate aventi le due campate di riva con luce di calcolo pari a 24.0m e le campate intermedie con luce di calcolo di 29.0m; la lunghezza complessiva (tra gli appoggi delle spalle) è di 164 m . L'impalcato è a travi in c.a.p. con sezione a T ad ala larga superiore, poggiate in corrispondenza delle pile e delle spalle, successivamente solidarizzate dal getto dei trasversi di appoggio e da quello della soletta superiore.



L'opera si sviluppa in rettilineo sulla via di monte ed in curva in quella di valle.

Dal punto di vista esecutivo si rappresenta che, analogamente al precedente viadotto, con i lavori attuali affidati all'impresa De Sanctis l'opera "di monte" è stata del tutto completata, mentre quella "di valle" è al rustico.

Con il presente progetto, si prevede quindi il completamento del viadotto di valle che richiede solo i seguenti interventi:

- Posa dei giunti
- Posa delle barriere guard rail
- Posa delle barriere antirumore
- Stesa della pavimentazione



Viadotto Simmero carreggiata di monte completa carreggiata di valle al rustico

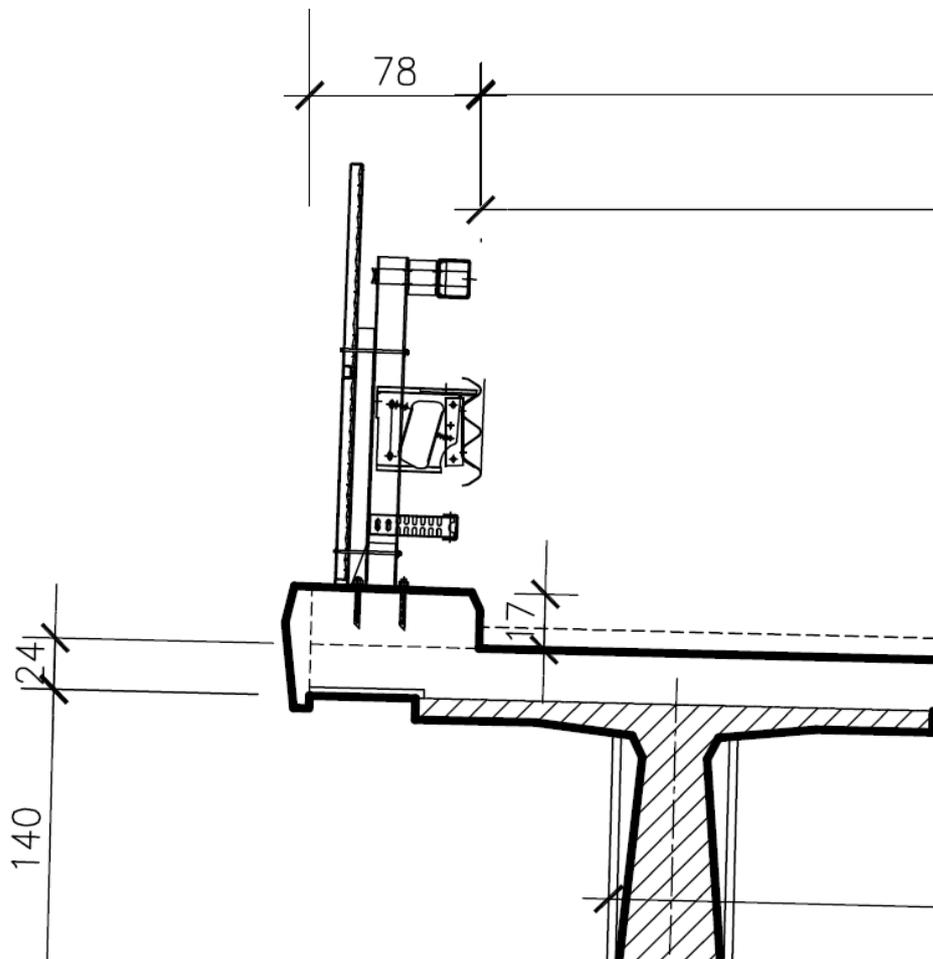


Viadotto Simmero carreggiata di valle al rustico

Per entrambe le opere, ai sensi del paragrafo 8.4. delle NTC2018, l'installazione delle barriere di sicurezza è classificabile come intervento locale.

Con riferimento alla soletta e al cordolo oggetto della verifica, sono disponibili i disegni di carpenteria di progetto ed è stato eseguito un rilievo a campione, dal quale risulta la corrispondenza con gli elaborati di progetto, inoltre non è stato rilevato alcun dissesto e che non sono stati individuati quadri fessurativi.

La configurazione del cordolo è quella mostrata in figura



Come accennato in precedenza sul lato esterno dei viadotti verrà installata una barriera antirumore $h=2\text{m}$, la disposizione costruttiva è riportata nella figura seguente

5.6.2. Gallerie artificiali

In prossimità dell'origine dell'intervento sono presenti due gallerie artificiali sfinestate a sezione scatolare realizzate in altro appalto che presentano diffusi segni di ammaloramento superficiale, per le quali si è previsto un intervento di risanamento corticale dei calcestruzzi dei pilastri circolari e dei cordoli onde garantirne adeguata durabilità e valenza estetica.

In particolare il presente progetto prevede le seguenti tipologie di intervento sulle varie parti d'opera interessate:

- Intervento A – demolizione cassero circolare a perdere pilastrate
- Intervento B – idrodemolizione corticale calcestruzzo
- Intervento C – Idropulizia superficiale calcestruzzo
- Intervento D – ripristino con malte classe R4
- Intervento E – trattamento protettivo superfici in calcestruzzo

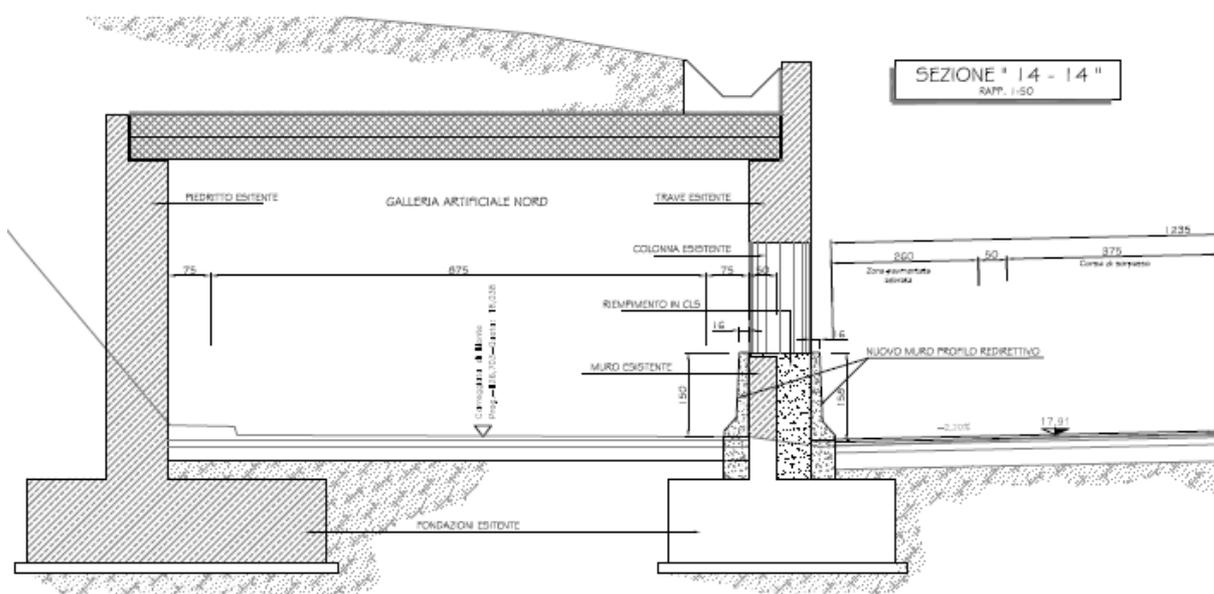


Gallerie artificiali inizio intervento

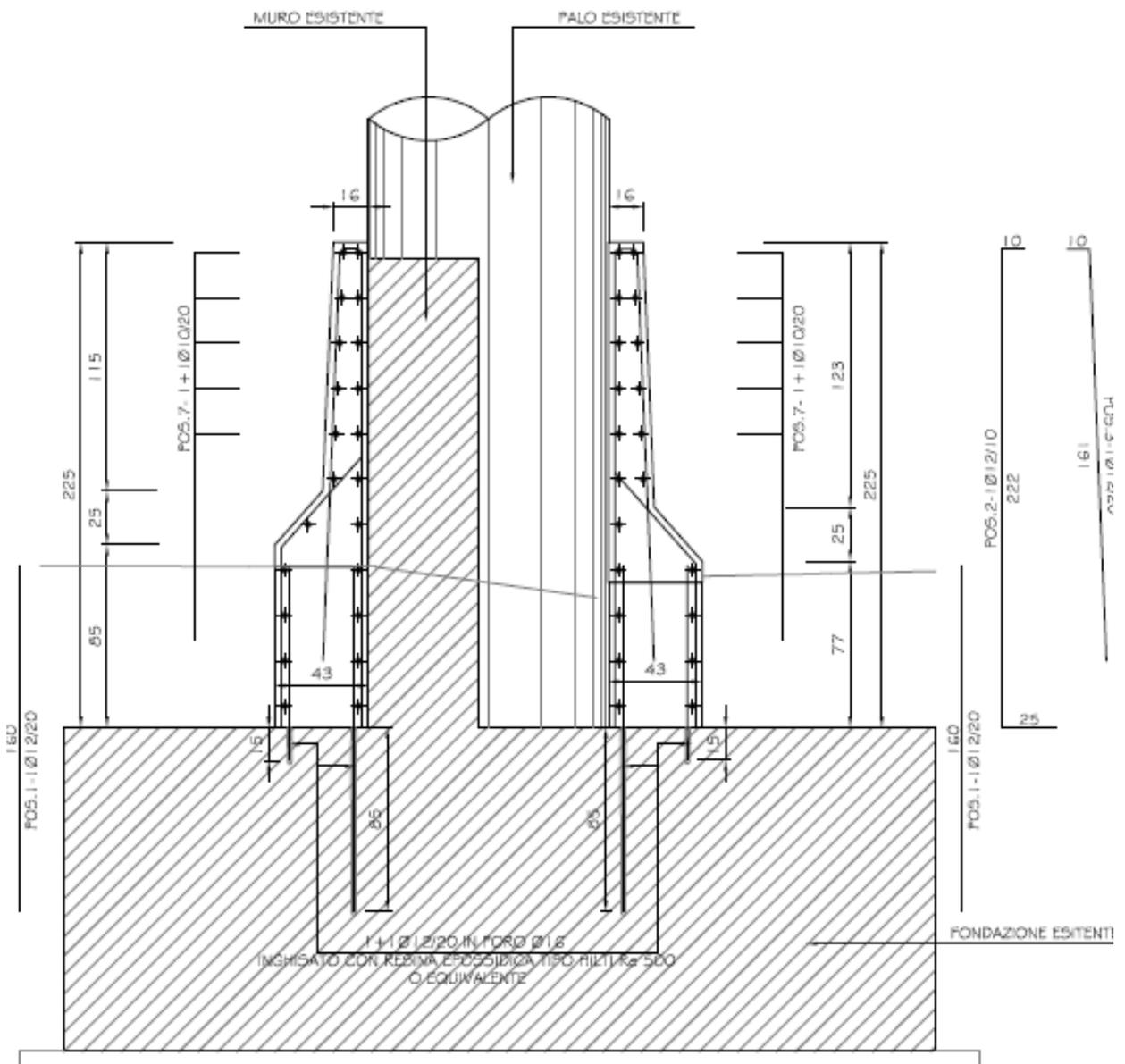


Esempi di tratti ammalorati da risanare

In aggiunta alle lavorazioni di cui sopra, si è ritenuto opportuno inserire in progetto la realizzazione di due profili redirettivi in c.a. lungo la pilastrata delle gallerie artificiali, secondo la sezione tipo seguente.



L'intervento si sviluppa per complessivi 134 m di cui 50 m in corrispondenza della prima galleria e 84 della seconda. I profili redirettivi, vedi figura seguente, presentano un'altezza totale di 2.25 m di cui 1.50 m al di sopra del piano viabile e sono solidarizzati alla massiccia fondazione della pilastrata con appositi inghisaggi.



5.6.3. Gallerie naturali

Come già detto il tracciato è caratterizzato dalla presenza di n. 4 gallerie naturali a doppio fornice di cui occorre completare la realizzazione della canna di valle e dei ritombamenti definitivi sulla canna di valle e di monte:

- galleria Palizzi Marina di Valle (L=429 m);
- galleria Ambusena (L=129 m);
- galleria Peristeri (L=1.013 m);
- galleria S. Antonino (L=740 m).

Dai dati ricavati dallo stato di consistenza prodotto al termine dei lavori del primo appalto e dalle informazioni ricavate in cantiere, risulta che:

- per la **galleria Palizzi** sono state eseguite le dime per entrambi gli imbocchi, e sono stati completati sia lo scavo che la posa in opera dell'arco rovescio per l'intero sviluppo. Allo stato attuale la galleria è ritombata al suo interno. L'imbocco lato RC, che era di tipo diretto, è stato interessato da un dissesto e risulta anch'esso ritombato; all'imbocco lato TA è presente una paratia di imbocco provvisoria e un accumulo di materiale in corrispondenza della canna di valle.
- Per la **galleria Ambusena** sono state realizzate entrambe le dime ed è stato completato lo scavo in naturale; il getto dell'arco rovescio è stato ultimato, e la galleria, di modesta estensione, non è stata ritombata al suo interno, (lo sarà a breve). Entrambi gli imbocchi sono di tipo diretto.
- Per la **galleria Peristeri** è stata realizzata la dima lato RC e lo scavo è stato portato avanti per circa 273 m, con la realizzazione dell'arco rovescio per 18 conci. L'imbocco lato RC è di tipo diretto, mentre all'imbocco lato TA è stata realizzata una paratia provvisoria; entrambi sono attualmente ritombati.
- La **galleria S. Antonino** era stata scavata per circa 170 m a partire dall'imbocco RC e per qualche decina di metri all'imbocco lato TA. In fase di scavo, in corrispondenza dell'imbocco lato RC, si è verificato un importante dissesto, a seguito del quale il versante è stato completamente rimodellato per essere messo in sicurezza, per entrambe le canne. Per la canna di valle è stata parzialmente realizzata

l'opera prevista per la ripartenza dello scavo, ma successivamente l'imbocco della galleria è stato completamente ritombato ed i lavori interrotti. All'imbocco lato TA è presente una paratia provvisoria, ma l'imbocco è stato completamente risistemato con ritombamento.

Per il completamento delle gallerie naturali della carreggiata di valle occorre prevedere la messa in sicurezza dei tratti già scavati, completandoli con la posa in opera dei rivestimenti definitivi, che non furono realizzati all'epoca dello scavo, se non limitatamente all'arco rovescio per alcune tratte. Questo tipo di intervento riguarderà per intero le gallerie Palizzi e Ambusena e, per il tratto già scavato, la galleria Peristeri lato RC ed la galleria S. Antonino per l'imbocco lato TA.

Occorrerà inoltre tener conto, sulla scia di quanto riscontrato per le gallerie di monte, della presenza di zone in cui sarà necessario realizzare rivestimenti con spessori ridotti rispetto a quanto originariamente previsto in PE, a causa della presenza di un profilo di scavo che si presenta ridotto rispetto al necessario. Per sopperire alla carenza strutturale che si potrebbe venire a creare con rivestimenti ridotti o a difformità rispetto alla sagoma interna, viene valutato, caso per caso, l'entità del sottospessore realizzabile e sono previsti gli opportuni interventi di risanamento e completamento.

Per i tratti ancora da scavare si sono studiate e verificate le opportune sezioni di scavo e consolidamento. Tenendo conto di quanto previsto nel precedente PE ed integrando le conoscenze passate con i dati e l'esperienza ricavati dallo scavo delle gallerie di monte negli stessi materiali, si sono individuate le sezioni di scavo, da applicare per tratte omogenee.

La sistemazione degli imbocchi avverrà sulla base di quanto previsto già previsto nel PE originario, ma tenendo conto delle lavorazioni già effettuate sia per la carreggiata di valle che per quella di monte, perciò è prevista la messa in sicurezza delle opere provvisorie presenti in alcuni degli otto imbocchi, mentre la sistemazione definitiva sarà realizzata in continuità con la carreggiata di monte, anche allo scopo di ricoprire i diversi interventi di chiodatura e *spruzzatura* dei versanti realizzati in passato.

Nell'ambito del presente intervento è infine prevista la realizzazione dei by-pass all'interno delle gallerie Peristeri e S. Antonino

Per la caratterizzazione geomeccanica, trattandosi di opere parzialmente realizzate nei precedenti appalti, l'attuale progetto ha potuto giovare degli studi pregressi e delle esperienze maturate nel corso dei lavori di scavo più recenti. In particolare sono state recepite le informazioni derivanti dalle indagini disponibili a supporto del PE del 2005 relative alle campagne 1997, 2003 e 2005.

A seguito del dissesto che nel 2007 interessò l'imbocco lato Reggio della S. Antonino sono poi stati effettuati approfondimenti e indagini specifiche nella zona della frana. In particolare in questa sede si è fatto riferimento allo studio effettuato dall'Università di Roma Tre, in cui mediante un'analisi tridimensionale si è simulato il dissesto fornendo in back analysis il set di parametri introdotto nella caratterizzazione. Di seguito il quadro sintetico delle sezioni di scavo previste per le gallerie Peristeri e S. Antonino da completare.

Interventi di precontenimento/presostegno								
Sez.	Lunghezza applicazione (m)	AREA DI SCAVO (m ²)	Lunghezza campo (m)	Interventi al fronte	Interventi al contorno	Interventi al piede	Drenaggi (L e sovrapp.)	
PERISTERI	A0	175,1	126,5	-	-	-	2+2 L=24m/8m	
	B0V	190,4	140,9	10	-	INFLAGGI METALLICI COSTITUITI DA N. 35 TUBI METALLICI ϕ 114,3, sp. 11 mm, L=15,00 m Sovr. 5m, valvolati (1V/m)	2+2 L=24m/8m	
	B1	75,7	140,9	10	N55 \pm 10 CONSOLIDAMENTI IN VTR CEMENTATI ϕ 60, sp. 10mm, - L=18.00m Sovr.8.00m	INFLAGGI METALLICI COSTITUITI DA N. 35 TUBI METALLICI ϕ 114,3, sp. 11 mm, L=15,00 m Sovr. 5m, valvolati (1V/m)	2+2 L=24m/8m	
	C2P (con puntone)	214,6	143,4	10	N70 \pm 10 CONSOLIDAMENTI IN VTR ϕ 60, sp. 10mm, CEMENTATI - L=18.00m Sovr.8.00m	INIEZIONE DI MISCELE CEMENTIZIE ATTRAVERSO: n. 80 \pm 10 ELEMENTI STRUTTURALI IN VTR ϕ 60, sp. 10mm,, VALVOLATI (2vlv/m) L=18.00m Sovr.8.00m	N°12 PERFORAZIONI ED ELEMENTI STRUTTURALI IN VTR ϕ 60, sp. 10mm,, VALVOLATI (2vlv/ml), L=18.00m Sovr.8.00m	2+2 L=24m/8m
S.ANTONINO	C2	212,6	140,9	10	N70 \pm 10 CONSOLIDAMENTI IN VTR ϕ 60, sp. 10mm, CEMENTATI - L=18.00m Sovr.8.00m	INIEZIONE DI MISCELE CEMENTIZIE ATTRAVERSO: n. 80 \pm 10 ELEMENTI STRUTTURALI IN VTR ϕ 60, sp. 10mm, VALVOLATI (2vlv/m) L=18.00m Sovr.8.00m	N°12 PERFORAZIONI ED ELEMENTI STRUTTURALI IN VTR ϕ 60, sp. 10mm, VALVOLATI (2vlv/ml), L=18.00m Sovr.8.00m	2+2 L=24m/8m
	C2P (con puntone)	105,5	143,4	10	N70 \pm 10 CONSOLIDAMENTI IN VTR ϕ 60, sp. 10mm, CEMENTATI - L=18.00m Sovr.8.00m	INIEZIONE DI MISCELE CEMENTIZIE ATTRAVERSO: n. 80 \pm 10 ELEMENTI STRUTTURALI IN VTR ϕ 60, sp. 10mm, VALVOLATI (2vlv/m) L=18.00m Sovr.8.00m	N°12 PERFORAZIONI ED ELEMENTI STRUTTURALI IN VTR ϕ 60, sp. 10mm, VALVOLATI (2vlv/ml), L=18.00m Sovr.8.00m	2+2 L=24m/8m
	C3P (con puntone)	199,1	143,4	10	CONSOLIDAMENTO AL FRONTE 100 \pm 10 ELEMENTI STRUTTURALI IN VTR ϕ 60, sp. 10mm, VALVOLATI E INETTATI (2 vlv/m) L=20m sovr.=10m	CONSOLIDAMENTO AL CONTORNO 95 \pm 10 ELEMENTI STRUTTURALI IN VTR ϕ 60, sp. 10mm, VALVOLATI E INETTATI (2 vlv/m) L=20m sovr.=10m	N°12 PERFORAZIONI ED ELEMENTI STRUTTURALI IN VTR ϕ 60, sp. 10mm, VALVOLATI (2vlv/ml) Lmin.18.00m, SOVR.min8.00m	2+2 L=24m/8m

Sez.	Lunghezza applicazione (m)	AREA DI SCAVO (m ²)	Rivestimento provvisorio				Rivestimento definitivo			
			Spritz beton al fronte: ad ogni campo/ad ogni sfondo	Spritz beton fibrorinforzato spessore (cm)	Centine (tipo e passo)	Puntone	Rivestimento definitivo	Distanza max getto a.r.+resorette dal fronte (m)	Distanza max getto calotta dal fronte (m)	
PERISTERI	A0	175,1	126,5	0	30	2IPN220 1	-	calotta 60cm a.r. 80 cm	5φ	-
	B0V	190,4	140,9	10	30	2IPN220 1	-	calotta 50-110cm a.r. 80 cm	3φ	5φ
	B1	75,7	140,9	10/5	30	2IPN220 1	-	calotta 50-110cm a.r. 80 cm	3φ	5φ
	C2P (con puntone)	214,6	143,4	10/5	30	2IPN220 1	2IPN220 1	90 120	10	2,5φ
S.ANTONINO	C2	212,6	140,9	10/5	30	2IPN220 1	- -	90 120	10	2φ
	C2P (con puntone)	105,5	143,4	10/5	30	2IPN220 1	2IPN220 1	90 120	10	2φ
	C3P (con puntone)	199,1	143,4	10/5	30	2HEB180 1	2HEB180 1	90 120	1	2φ

Per la realizzazione dei ricoprimenti previsti nella sistemazione definitiva, si sono previste strutture in terra rinforzata a paramento rinverdibile.

Per il completamento dei lavori, occorre infine realizzare i by-pass previsti per le gallerie Peristeri e S. Antonino, di cui sono già stati eseguite lavorazioni preliminari e prime predisposizioni nei rivestimenti delle gallerie.

Relativamente ai dati di caratterizzazione geomeccanica si precisa che per il progetto del completamento della carreggiata di valle, essendo le lavorazioni in buona parte già eseguite, si è potuto vantaggiosamente disporre di dati raccolti durante i lavori di scavo della canna di monte di parte della galleria Peristeri e della S. Antonino.

Sono state inoltre recepite le informazioni di caratterizzazione derivate dalle indagini disponibili all'epoca della redazione del PE (2005), relative alle campagne del 1997, 2003 e 2005.

A seguito del dissesto del 2007 che ha interessato la zona dell'imbocco lato RC della galleria S. Antonino, è emersa la necessità di eseguire un approfondimento delle indagini geologiche e geognostiche al fine di comprendere il fenomeno osservato, per cui le informazioni disponibili sono state integrate con studi ed indagini effettuati nella zona interessata dalla frana, limitatamente per l'ammasso interessato. In particolare si fa riferimento allo studio effettuato dall'Università Roma Tre, in cui, mediante un'analisi tridimensionale, è stato simulato il dissesto fornendo, mediante back analysis, il set di parametri introdotto nella caratterizzazione.

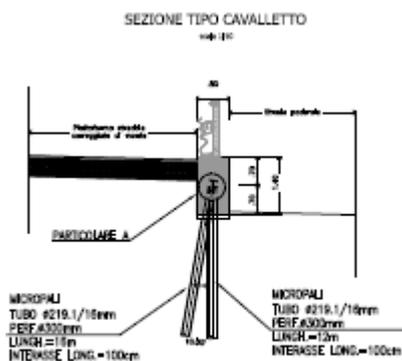
5.7. Opere d'arte minori

In aggiunta alle opere maggiori sopra sinteticamente descritte, sono presenti in progetto anche alcuni interventi minori previsti sempre per il completamento della carreggiata di valle. Dette opere comprendono muri di sostegno e tombini idraulici

Muri e opere di sostegno

In particolare sono stati previsti:

un muro di sottoscarpa ubicato fra le gallerie Ambusena e Peristeri, a sostegno della via di monte. In tale tratto infatti le carreggiate si presentano sfalsate e la distanza reciproca non consente sempre la realizzazione di una scarpata naturale anche per la presenza sulla carreggiata di monte di una piazzola di sosta. Il muro in questione si estende per circa 67 m fra le prg. 1+000 e 1+067 circa con un'altezza dallo spiccatto di 4 m.



5.8. Espropri

Gli interventi di completamento della carreggiata di valle, ed in particolare la realizzazione degli imbocchi delle gallerie, comportano la necessità di acquisire alcune aree aggiuntive rispetto a quelle già a suo tempo espropriate per i lavori originari. Conseguentemente il progetto esecutivo comprende anche un capitolo espropri che individua le aree necessarie e le ditte interessate. Al riguardo si precisa che, fatti salvi alcuni affinamenti e verifiche attualmente in corso, la consistenza delle aree interessate da esproprio definitivo ammontano a circa **860 mq.**

Per quanto riguarda la valorizzazione dei beni si è tenuto conto della sentenza 181 del 10 giugno 2011 della Corte Costituzionale, che ha dichiarato illegittimi i commi 2 e 3 del DPR 327 Testo Unico Espropri, stabilendo che

- la valutazione va fatta tenendo in considerazione il valore di mercato dei siti;
- va riconosciuto al proprietario il giusto ristoro per l'esproprio;
- vanno considerati tutti i requisiti specifici (fattori esclusivi, parametri particolari) posseduti dal bene;
- le valutazioni delle aree debbono, da subito cioè già in fase di proposta, essere fatte in base a valori più certi.

Nella stima dell'indennità di esproprio, si poi tenuto conto dei seguenti dati:

- Foglio di Mappa e relative Particelle Catastali;

- Destinazione Urbanistica dell'area, ovvero se il terreno sia classificabile come agricolo o edificabile;
- V.A.M. (rif. Anno 2017) desunto dalle Tabelle Regionali, per la Provincia di Reggio Calabria, per il riconoscimento delle indennità aggiuntive;
- Valore di mercato del terreno, ottenuto moltiplicando la superficie da occupare per il valore unitario relativo (accertato sul mercato della zona);
- Valutazioni di presenza di aree urbane edificabili risultanti dagli strumenti urbanistici vigenti, da indennizzare ai sensi del T.U. e ss.mm.ii.;
- Valutazioni di presenza di fabbricati rurali a servizio dei fondi coltivati, di corpi di fabbrica o ruderi di vecchi fabbricati agricoli con annesse eventuali corti, ai secondo quanto disposto in materia dall'art. 38 del D.Lgs. 327/2001;
- Osservazioni delle Ditte pervenute in merito alle peculiarità dei fondi;
- Valutazioni di tutti gli elementi riscontrati in fase di sopralluogo quali: soprassuoli, impianti esistenti, valorizzazioni, danni cagionati etc...

In definitiva l'importo da accantonare nel QE di progetto per l'acquisizione delle aree è al momento pari ad **€ 111.690,00**.

5.9. Inserimento ambientale, opere a verde e paesaggistiche

La sezione del progetto esecutivo dedicata agli interventi di inserimento paesaggistico ambientale è stata sviluppata tenendo conto delle prescrizioni o raccomandazioni indicate, con l'obiettivo di tutela ambientale, nel decreto di compatibilità ambientale 24/08/01 n°6385.

Gli interventi di mitigazione studiati riguardano quindi, tutti gli accorgimenti di prevenzione e riduzione dell'impatto che è possibile adottare nei confronti dell'ambiente originario.

Con l'obiettivo di migliorare l'inserimento estetico-paesaggistico dell'opera in progetto, infatti, si prevede la piantumazione di specie arbustive ed arboree appartenenti alla vegetazione autoctona, in particolare, nelle zone di svincolo, ed in corrispondenza di zone da schermare visivamente.

Nell'ambito della infrastruttura in progetto sono previste varie tipologie di mitigazione che comprendono non solo interventi di ingegneria naturalistica ma

anche interventi volti alla minimizzazione dell'inquinamento acustico prodotto dalla nuova infrastruttura tramite inserimento di barriere acustiche vegetali e artificiali che costituiranno oltre che una minimizzazione della rumorosità anche un efficace ostacolo al trasporto di polveri e particolati.

Gli interventi previsti con l'obiettivo di eliminare o ridurre l'impatto sull'ambiente delle opere e delle lavorazioni necessarie, comprendono:

- *misure ed interventi di gestione ambientale del cantiere*
- *interventi di mitigazione acustica (barriere fonoassorbenti)*
- *muri rivestiti in pietra*
- *interventi di rinverdimento e ripristino ambientale (opere a verde),*

finalizzati sia a 'mascherare' le opere in progetto sia a restituire la continuità alla matrice ambientale lì dove interrotta dalle aree di cantiere, inclusi gli *interventi di sistemazione morfologica e vegetazionale (siti di deposito definitivo)*, in corrispondenza delle aree individuate per l'abbancamento definitivo del materiale in esubero derivante dagli scavi di progetto.

5.9.1. *Interventi di mitigazione acustica*

Il progetto prevede di adottare lungo l'infrastruttura barriere fonoassorbenti di altezza pari a 2 m. In particolare lungo la carreggiata di valle è prevista la messa in opera di n. 4 barriere acustiche in acciaio e PMMA:

- Barriera acustica Viadotto Palizzi marina: lunghezza- > 332,50 m;
- Barriera acustica tra Galleria Ambusena e Galleria Peristeri: lunghezza- > 192,50 m
- Barriera tra Galleria Peristeri e galleria S.Antonino: lunghezza- > 69,80 m
- Barriera acustica Viadotto Simmero: lunghezza- > 250,00 m

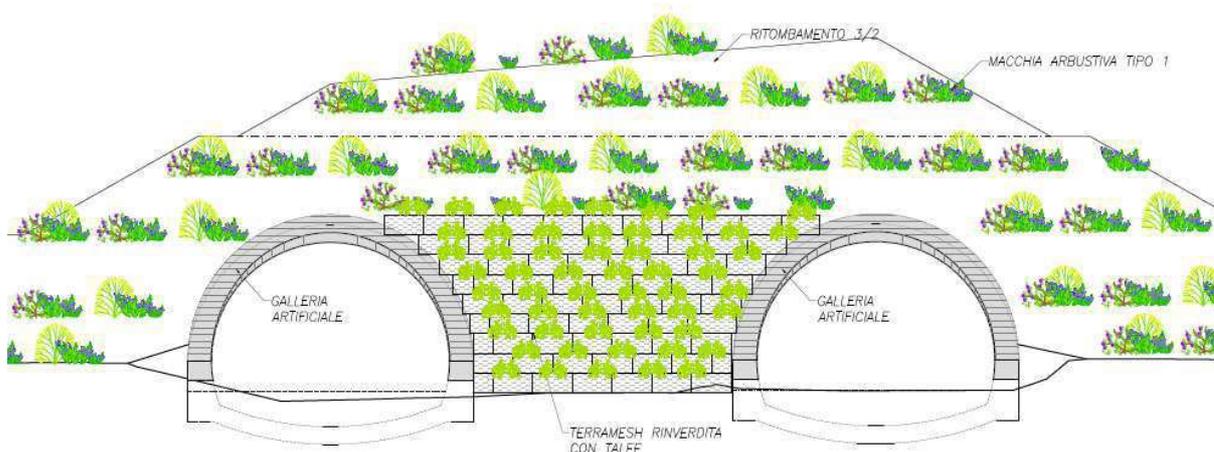
5.9.2. *Interventi di inserimento paesaggistico*

Il progetto prevede il rivestimento in pietra locale, mediante posa di pannelli prefabbricati dello spessore di 8 cm, del muro posta alle prog. 1+000 - 1+067 (rivestimento circa 67.5 x 3.70 m).

5.9.3. Opere a verde

Per quanto attiene le mitigazioni in ambito paesaggistico ambientale nel presente progetto sono state previste varie tipologie di intervento per le opere di rinverdimento e ripristino ambientale.

In particolare si sono studiati interventi mirati per ripristinare il verde in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie in progetto, per le scarpate, e per gli svincoli previsti, nonché il ripristino delle aree di cantiere e di occupazione temporanea.



Ulteriori rinverdimenti sono stati previsti per attenuare il livello di rumorosità. Tali interventi integrano quelli previsti dalle opere di mitigazione acustica.

In particolare si sono previsti in progetto

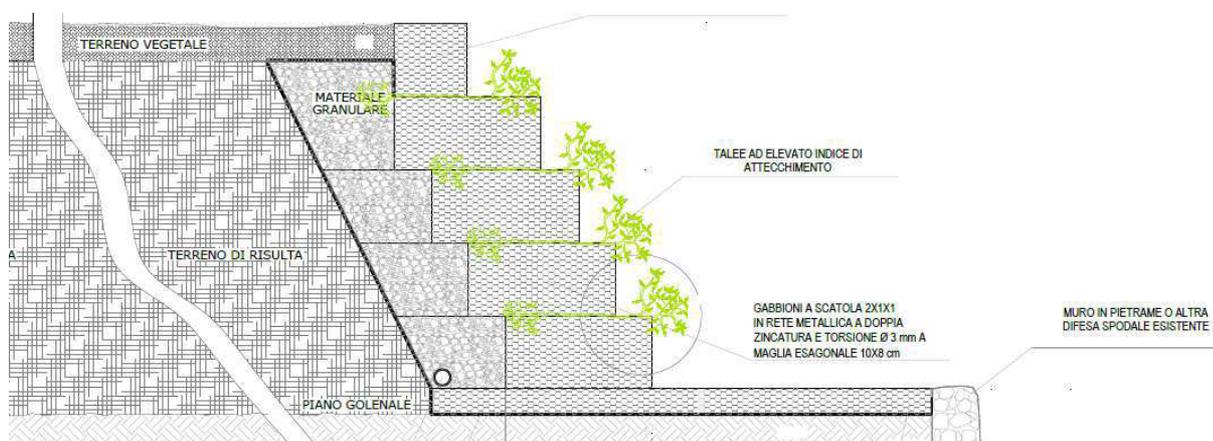
- gabbionate rinverdate con talee
- terre rinforzate a paramento vegetato
- ripristino bergamotto
- rimboschimento a conifere
- macchia arbustiva (4 tipi)
- macchia arboreo arbustiva
- ripristino quo ante di superfici agricole
- ripristino siti di deposito definitivo

A ciascuno degli interventi suddetti è associato uno specifico sesto di impianto ed inoltre sono complementari ad essi alcuni interventi ulteriori che

prevedono la stesa di terreno vegetale, semina e idrosemina semlice e/o a spessore o con mulch, posa di biostuoie e geostuoie a protezione da fenomeni erosivi.

5.9.4. Sistemazione ambientale siti di deposito definitivi

Per quel che riguarda i siti di deposito definitivi è stato previsto il ripristino ambientale mediante metodi di ingegneria naturalistica a gabbionate con soluzioni analoghe a quelle già citate.



5.9.5. Monitoraggio ambientale

Il Piano di Monitoraggio ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera, risalendo alle loro cause. Esso è orientato a determinare se tali variazioni sono imputabili all'opera in costruzione o già realizzata, ed a ricercare i correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente.

Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura ferroviaria;

rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti. Le componenti ambientali oggetto del PMA, che sono state individuate in considerazione delle caratteristiche dell'ambito territoriale di intervento e della tipologia dell'opera stradale di progetto, sono di seguito elencate:

- COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI e ACQUE SOTTERRANEE
- COMPONENTE ATMOSFERA
- COMPONENTE RUMORE
- COMPONENTE VEGETAZIONE
- COMPONENTE SUOLO



Per la componente acque superficiali in sintesi si prevede di valutare la qualità dei corpi idrici (ifiumara Palizzi, torrenti Simmero, Ambusena e Frasca, oltre ad

alcuni fossi o impluvi naturali con bacini di estensione limitata) interferiti dall'opera monitorando i seguenti parametri.

<i>Tipologia Parametri</i>	<i>Parametri</i>	<i>UdM</i>	<i>Principio del metodo</i>	<i>Riferimento</i>
Biologici	Indice Biotico Esteso (IBE)	Giudizio di qualità	Analisi dei macroinvertebrati	Indicatori Biologici-sezione 9000; ISPRA.
Chimico fisici a sostegno degli elementi biologici	Temperatura	°C	termometria	APAT CNR IRSA 2100 MAN 29 2003
	Potenziale RedOx	mV	Metodo potenziometrico	APHA2580B/05
	pH		Potenziometria	APAT CNR IRSA 2060 MAN 29 2003
	Conducibilità elettrica	µS/cm	Conduzzimetria	APAT CNR IRSA 2030 MAN 29 2003
	SST	mg/l	Filtrazione a 0,45 µm ed essiccazione a 105°	APAT CNR IRSA 2090 met B MAN 29 2003
	Torbidità	NTU	Spettrofotometria	APAT CNR IRSA 2110 2003
Chimici Come da DM 172/2015 <u>(Vedi tabella seguente)</u>	Stato chimico concentrazioni delle sostanze prioritarie (P), le sostanze pericolose prioritarie (PP) e le rimanenti sostanze (E) Idrocarburi, metalli pesanti, ecc.	µg/l		Tabelle di riferimento 1/a e 1/b di cui al DM 172/2015
Chimici	Ossigeno disciolto	% e mg/l		APAT CNR IRSA 4120
	BOD5	mgO2/l	Determinazione tramite respirometro dell'ossigeno consumato	UNI EN 1899-1:2001
	Durezza totale	mgCaCO3/l	Titolazione complessometrica con acido etilendiamino tetraacetico.	UNI 10505:1996
	Cloruri	mg/l	Titolazione dello ione cloruro con soluzione di nitrato mercurico	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 - Met. 4090 A1
	Escherichia coli	Ufc/10ml	Metodo con membrane filtranti	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 Met. 7030C
Idraulici	Portata corpo Idrico (mulinello idrometrico o con galleggiante)	mc/sec		UNI EN ISO 748:2008
	Livello idrico	M s.l.m		

Indicatori ambientali per il monitoraggio delle acque superficiali

Per la componente acque sotterranee in sintesi si prevede di valutare l'impatto delle lavorazioni che comprendono anche scavi di 2 gallerie monitorando i seguenti parametri

Parametro quali-quantitativo da monitorare	UdM	Limite di legge CSC D.Lgs 152/06
1. Portata volumetrica sorgenti	mc/s	
2. Livello piezometrico	m	
3. Temperatura	°C	
4. Temperatura aria	°C	
5. Ossigeno disciolto	mg/l	
6. pH	-	
7. Conduttività elettrica	µs/cm	
8. Potenziale redox	mV	
9. solfati	mg/l	250
10. arsenico	µg/l	10
11. cromo totale	µg/l	0.05
12. cromo esavalente	µg/l	5
13. nichel	µg/l	20
14. rame	µg/l	1000
15. zinco	µg/l	3000
16. manganese	µg/l	50
17. cadmio	µg/l	5
18. piombo	µg/l	10
19. ferro	µg/l	200
20. idrocarburi totali	µg/l	350
21. MTBE	µg/l	40
22. Benzene	µg/l	1
23. Toluene	µg/l	50
24. Etilbenzene	µg/l	25
25. Xilene	µg/l	15
Alifatici clorurati cancerogeni (sommatoria)	µg/l	10
26. Clorometano	µg/l	1.5
27. Triclorometano	µg/l	0.15
28. Cloruro di Vinile	µg/l	0.5
29. 1,2 Dicloroetano	µg/l	3
30. 1,1 Dicloroetilene	µg/l	0.05
31. 1,2 Dicloropropano	µg/l	0.15
32. 1,1,2 Tricloroetano	µg/l	0.2
33. Tricloroetilene	µg/l	1.5
34. 1,2,3 Tricloropropano	µg/l	0.001
35. 1,1,2,2 Tricloroetano	µg/l	0.05
36. Tetracloroetilene	µg/l	1.1
37. Esadorobutadiene	µg/l	0.15
Alifatici clorurati non cancerogeni		
38. 1,2 Dicloroetilene	µg/l	60
39. 1,1 Dicloroetano	µg/l	810

Per la componente atmosfera saranno monitorati i seguenti parametri

PARAMETRO	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	LIMITI DI LEGGE
CO	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	valore limite sulle 8 ore: 10 mg/m ³ come massimo giornaliero della media mobile 8 ore
PM10 e PM2,5	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Il valore limite come concentrazione media giornaliera è pari a 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte l'anno;
		Il valore limite come valore di concentrazione media annua è pari a 40 µg/m ³ ;
		valore limite di PM 2,5 come concentrazione media annua pari a 25 µg/m ³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;
Polveri totali sospese	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Tale inquinante non presenta più alcun valore limite di riferimento orario né giornaliero. Per una prima valutazione di può assumere come livello di attenzione: 150 µg/m ³ come media giornaliera (rif. DM 25-11-1994, anche se limite abrogato)
SO2	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite orario 350 µg/m ³ (media oraria da non superare più di 24 volte per anno) per un periodo di mediazione orario
		Valore limite giornaliero: 125 µg/m ³ (Da non superare più di 3 volte per anno) per un periodo di mediazione giornaliero
NOx	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite per la protezione della vegetazione: 30 µg/m ³ media annua
NO2	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite orario: 200 µg/m ³ NOx da non superare più di 18 volte per anno civile (media oraria)
		Valore limite annuale: 40 µg/m ³ (media annua)
Benzene (C6H6)	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite annuale per la protezione della salute umana: media annua pari a 5 µg/m ³
IPA	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Benzo(a)pirene come marker per il rischio sanitario degli IPA. Valore limite 1,0 ng/m ³ su un periodo di mediazione pari all'anno civile.
Pb	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite annuale 0.5 µg/m ³
Arsenico	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore obiettivo riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile. 6 ng/m ³
Nichel	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	20 ng/m ³
Cadmio	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	5 ng/m ³
Ozono (O3)	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Soglia di informazione 180 µg/m ³
		Soglia di allarme 240 µg/m ³
		Obiettivo a lungo termine 120 µg/m ³

Per la componente rumore la tabella che segue sintetizza il monitoraggio previsto

Tipo misura	Descrizione	Durata	Parametri	frequenza		
				A.O.	C.O.	P.O.
TV	Rilevamento di rumore indotto da traffico veicolare	settimanale	Leq Settimanale Leq Giornaliero Leq Diurno - Leq Notturno	1	-	1
LF	Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori e in prossimità delle aree di cantiere	24 h	Leq Giornaliero Leq 24 ore Leq Diurno - Leq Notturno		trimestrale	-
LM	Rilevamento di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere	24 h	Leq Giornaliero Leq 24 ore Leq Diurno - Leq Notturno		mensile	-

monitoraggio del rumore per tipologia di sorgente

Per la componente suolo i parametri da rilevare in campo e in laboratorio sono:

- fisico-chimici (quali il pH, la tessitura, la sostanza organica e la capacità di scambio cationico) rappresentano i caratteri base la cui variazione può condizionare fortemente il suolo e, quindi, far modificare in maniera significativa la capacità protettiva, filtrante o adsorbente del suolo nei confronti di sostanze potenzialmente inquinanti.
- Chimici, rappresentativi di eventuali fenomeni di contaminazione quali di dilavamento della strada o dalle attività di cantiere e quindi: metalli, idrocarburi (C>12, C<12), composti alifatici clorurati, IPA e BTEX.

In relazione a quanto sopra, si specificano le attività previste per ciascuna stazione:

	AO	CO	PO
stazioni	<i>Indagini ambientali + pedologiche</i>		
SU001	1	8	1
SU002	-	-	1
TOT	1	8	2

Prelievi totali per stazione

Infine per la componente vegetazione e flora, si procederà ad un censimento floristico post operam nelle aree di mitigazione a verde. Considerati gli obiettivi delle attività da svolgere, i parametri da rilevare sono: Presenza/assenza delle specie previste da progetto; N. individui di ciascuna specie; Stima della ricchezza specifica; Indice di naturalità, ovvero rapporto specie sinantropiche/totale specie censite. Le attività previste per ciascuna stazione sono in tabella

	AO	CO	PO
stazioni	<i>censimento floristico</i>		
VEG01	-	-	2
VEG02	-	-	2
VEG03	-	-	2
VEG04	-	-	2
VEG05	-	-	2
VEG06	-	-	2
VEG07	-	-	2
VEG08	-	-	2
VEG09	-	-	2
VEG010	-	-	2
VEG011	-	-	2
VEG012	-	-	2
VEG013	-	-	2
VEG014	-	-	2
VEG015	-	-	2
VEG016	-	-	2
TOT	-	-	32

Misure totali per stazione

5.10. Cantierizzazione

5.10.1. Criteri di pianificazione della cantierizzazione

Il processo di cantierizzazione è stato pianificato in relazione all'analisi puntuale delle caratteristiche localizzative, costruttive e dei fabbisogni generati da ogni singolo intervento.

La cantierizzazione proposta, s'ispira ad alcuni principi guida:

- collocazione delle aree di cantiere in posizione limitrofa alle aree d'intervento, al fine di consentire il facile raggiungimento dei siti di lavorazione, limitando quanto possibile il disturbo determinato dalla movimentazione di mezzi;
- ricerca di localizzazioni baricentriche rispetto all'estesa area di pertinenza, in modo da ottimizzare gli spostamenti e le fasi di intervento;
- possibilità di garantire un agevole accesso viario, in relazione anche alle modalità di approvvigionamento/smaltimento dei materiali;
- minima interruzione e/o occupazione della viabilità esistente;
- utilizzo della viabilità esistente riducendo al massimo la necessità di aprire nuove piste;

- limitazione, per quanto possibile, degli impatti indotti sugli eventuali ricettori insediati in prossimità delle aree operative ed, in generale, la riduzione al minimo di potenziali interferenze ambientali al contorno e lungo le vie di accesso;
- utilizzo di aree che potranno essere facilmente recuperate e risistemate al termine dei lavori, minimizzando l'occupazione temporanea di aree non espropriate;
- costante rispetto delle necessità di transito dei frontisti;
- evitare qualsiasi interferenza diretta con Aree e/o Beni vincolati.

Ognuno dei principi enunciati trova la migliore soluzione nella cantierizzazione proposta che, combinata con i tempi esecutivi, porta alle seguenti ottimali soluzioni organizzative.

Per quanto possibile le lavorazioni da effettuarsi sulla carreggiata di valle avverranno in soggezione di traffico sulla carreggiata di monte, tuttavia è anche prevista la chiusura temporanea della carreggiata di monte con deviazione del traffico sulla sede storica della SS106, per l'esecuzione di quelle lavorazioni sulla via di valle che potrebbero avere ricadute non accettabili in termini di sicurezza della circolazione sulla sede di monte.

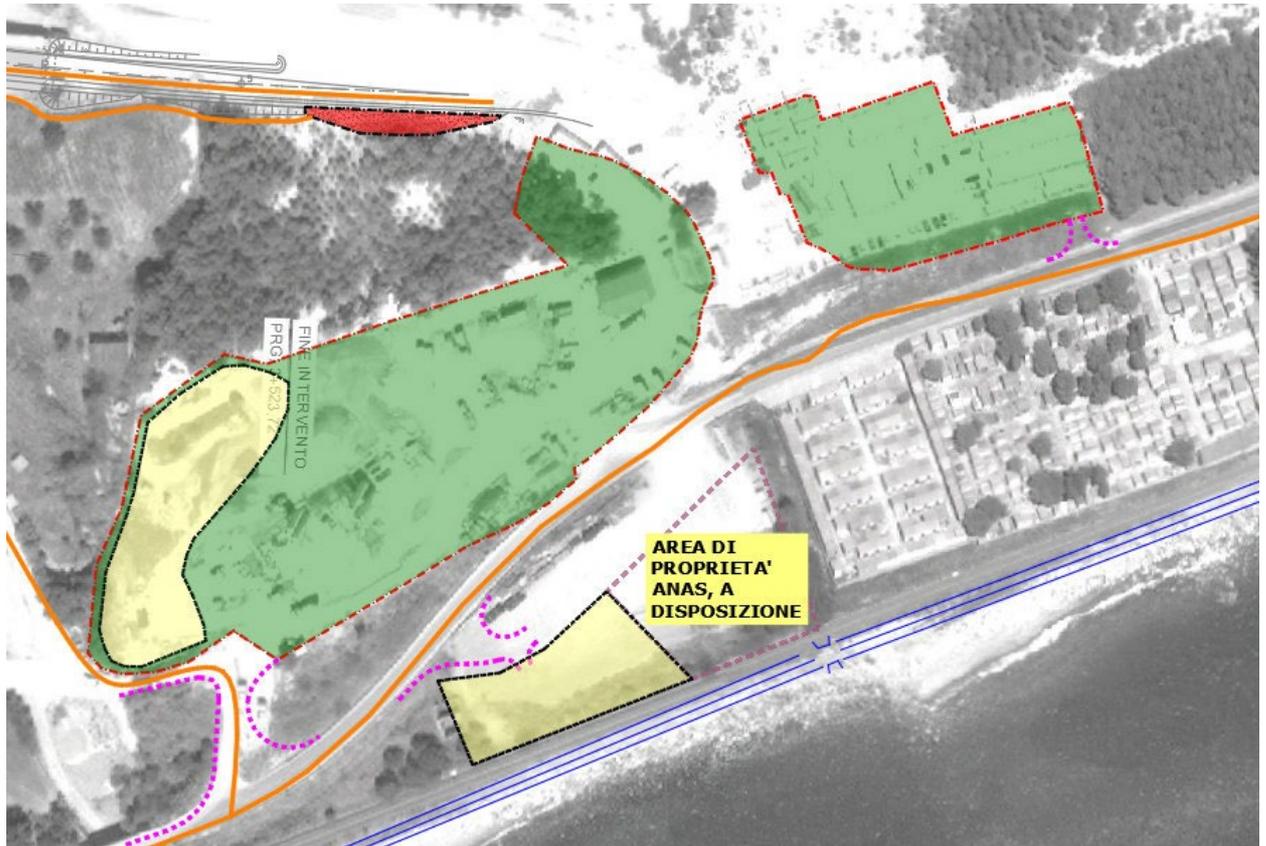
A servizio di tali lavorazioni, sono stati dunque individuati:

- 1 un cantiere base, già esistente, utilizzato per la realizzazione della tratta a monte;
- 8 aree tecniche di lavorazione in corrispondenza di ciascun imbocco delle gallerie a servizio sia dello scavo delle gallerie che dei viadotti;
- 7 aree di deposito temporaneo;

Tra le aree a supporto delle lavorazioni sono individuate anche le aree che saranno interessate dagli interventi morfologico e/o vegetazionali in prossimità delle opere.

Le viabilità individuata per il transito dei mezzi di cantiere ricade su strade già esistenti; in alcuni casi trattasi di piste utilizzate per i lavori della tratta di monte.

Durante le fasi costruttive saranno adottate tutte le misure di gestione ambientale del cantiere atte a prevenire e controllare tutti gli eventuali impatti generati dalle lavorazioni.



Campo Base (in verde), area di deposito temporanea interna al Campo Base (in giallo a sinistra) ed area a disposizione ANAS per eventuale ulteriore stoccaggio (in giallo in basso)

5.10.2. Cronoprogramma dei lavori

Le lavorazioni previste, per la realizzazione dell'opera, hanno una durata complessiva di circa 1460gg, compresi 126gg preliminari per allestimento dei cantieri, completamento acquisizione aree, rimozione eventuali interferenze, sgombero rifiuti.

Dei circa 45 mesi complessiva 34 mesi, cioè più del 75%, sono dedicati alla costruzione e/o completamento delle quattro gallerie naturali con un percorso critico rappresentato dalla realizzazione della Galleria *Peristeri* - di cui occorre completare lo scavo così come per la galleria *S. Antonino* - che ha una durata complessiva di 24 mesi. Circa la metà di questo tempo è occupato dal

consolidamento dall'alto con pali plastici di una zona soggetta a rischio di cedimenti in calotta.

Le lavorazioni per le gallerie *Palizzi*, 11 mesi, *Ambusena*, 7 mesi, e *Peristeri*, 24 mesi, rappresentano il percorso più vincolante nell'ambito del cronoprogramma generale dei lavori e dunque partiranno per prime.

Al termine delle gallerie *Palizzi* ed *Ambusena*, cominceranno anche le lavorazioni per la realizzazione della galleria *S. Antonino*, in parallelo con il completamento della *Peristeri*.

Le lavorazioni che hanno maggiore incidenza sui tempi complessivi di realizzazione della carreggiata di valle delle gallerie naturali *Peristeri* e *S. Antonino* sono rappresentate dalle fasi di scavo e completamento del tratto in naturale.

Contestualmente al completamento delle gallerie *Palizzi*, *Ambusena* e *Peristeri* verrà realizzato il tombino scatolare idraulico OPI01bis, mentre contestualmente alla realizzazione della Galleria *S. Antonino* verranno costruite le opere di sostegno lungo linea costituite dal muro di sostegno tra la pk 1+000,11 e la pk 1+067.50, la paratia berlinese sempre tra la pk 1+000,11 e la pk 1+067.50 ed il muro della strada poderale ed opera porta barriera.

Alcune lavorazioni sugli imbocchi delle gallerie della carreggiata di valle potrebbero interessare anche la carreggiata di monte e dovranno essere eseguite in soggezione di traffico, ovvero mediante chiusura parziale della carreggiata di monte, mentre la fase costituita dal completamento della galleria artificiale e dal rimodellamento morfologico e ripristino ambientale dell'imbocco delle gallerie in corrispondenza di entrambe le carreggiate determineranno la completa chiusura al traffico sulla carreggiata di monte.

I lavori sul corpo stradale dell'asse principale, tratti in rilevato e trincea, hanno una durata complessiva circa 15 mesi, e saranno in gran parte realizzati quando le prime tre gallerie sono terminate ed è ancora in corso la costruzione della sola galleria *S. Antonino*.

Alcune attività sono anticipate in quanto propedeutiche alla realizzazione degli imbocchi delle gallerie ad esempio il completamento del rilevato di approccio all'imbocco ovest della Galleria *Palizzi* che, una volta terminati i lavori

per le opere di sostegno ed il portale dovrà permettere l'uscita dei mezzi di cantiere durante lo scavo della galleria naturale.

Al termine delle lavorazioni delle gallerie naturali verranno avviate le sistemazioni ambientali degli imbocchi e delle altre aree da trattare, i lavori di completamento dei viadotti, e delle opere in rilevato e trincea dei tratti all'aperto e le sistemazioni ambientali dei depositi definitivi.

Contestualmente a queste lavorazioni saranno anche realizzate le opere impiantistiche in galleria ed i locali tecnologici.

A conclusione saranno rimossi i cantieri e realizzate le opere di ripristino allo stato ante-operam.

5.10.3. Bilancio Terre

Il bilancio dei materiali di scavo e di quelli necessari alla costruzione dell'opera è stato redatto sulla base della stima delle relative quantità, riportate in progetto.

Le rocce affioranti nell'area indagata possono essere suddivise in due grandi unità litostratigrafiche che presentano un diverso comportamento geotecnico – geomeccanico:

- Rocce appartenenti al basamento cristallino di età Paleozoica;
- Rocce appartenenti a sequenze sedimentarie di copertura di età Miocenico – Pliocenica e Quaternaria.

Vi sono poi depositi superficiali riconducibili all'Olocene che riflettono l'evoluzione recente ed attuale della zona in esame.

Per quanto riguarda lo scavo delle gallerie, si individua sia materiale sciolto utilizzato per il provvisorio ritombamento dei cavi e proveniente dagli scavi precedenti e dallo smarino delle gallerie già scavate, sia materiale in posto presente nelle gallerie ancora da realizzare. In particolare si prevede la seguente situazione:

- galleria Palizzi Marina di Valle (L=429 m) scavo del ritombamento costituito dallo smarino della galleria Peristeri di monte lato RC;
- galleria Ambusena (L=124 m) scavo del ritombamento costituito dallo smarino delle gallerie di monte;

- galleria Peristeri (L=1.024 m) di cui 274 m di scavo del ritombamento costituito dallo smarino delle gallerie di monte e 750 di scavo in terreno naturale costituito, per circa 450 m da rocce metamorfiche (scisti biotitici e filladici), e i restanti 300 m da argille policrome;
- galleria S. Antonino (L=742 m) in terreno naturale costituito da argille marnose mioceniche.

Ai fini della caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo sono stati prelevati e sottoposti alle opportune analisi di laboratorio sia il materiale di scavo proveniente dalle gallerie di monte e già impiegato all'interno del cantiere per opere di rimodellamento morfologico, sia il materiale di ritombamento e in posto da scavare per la realizzazione delle gallerie di valle; in quest'ultimo caso il campionamento è avvenuto in prossimità degli imbocchi delle gallerie.

L'indagine ha riguardato 14 campioni ed il progetto ha tenuto conto delle prove.

In aggiunta si è previsto anche un campionamento in corso d'opera che prenderà in esame altri 22 campioni di materiali provenienti dai fronti di scavo delle gallerie.

Per quanto riguarda il bilancio materiali, in sintesi risulta quanto segue:

	in banco	smosso
Volume di materiale escavato	365.594 mc	
Volume di materiale riutilizzabile	206.664 mc	251.011 mc
Volume di materiale non riutilizzabile	158.930 mc	190716 mc

Il volume di scavo complessivo ammonta a circa 365.600 m³ in banco corrispondente a circa 441.700 m³ in mucchio.

Il fabbisogno complessivo è stimato in circa 275.800 m³ in banco, di cui circa 206.000 m³ (fabbisogno relativo al terreno vegetale, riempimenti e quasi tutti i rinterri) verrà soddisfatto mediante riutilizzo delle terre scavate provenienti dallo scotico e da parte degli scavi in galleria e a cielo aperto anche mediante il trattamento a calce (per circa 83.700 m³ banco).

Solo per una ridotta quantità di materiale per i rinterri degli imbocchi delle gallerie, circa 25.000 m³ (banco), si prevede il ricorso a materiale inerte da cava con maggiori caratteristiche prestazionali come indicato nella tabella di sintesi del bilancio.

Il restante fabbisogno di inerti (alleggeriti), materiale arido anticapillare, materiale per rilevato (fondazione stradale) e pietrame per gabbionate verrà approvvigionato da cava.

Il volume di terre provenienti dagli scavi delle opere in progetto che si prevede di riutilizzare in sito è stimato in 250.164 m³ (volume smosso).

Il riutilizzo si prevede possa avvenire prevalentemente tal quale senza il ricorso a normale pratica industriale, qualora si rendesse necessario si potrà prevedere la frantumazione/vagliatura entrambe operazioni previste come normale pratica industriale dall' allegato 3 del dpr 120/2017.

Per il riutilizzo in sito delle argille (argille policrone e argille marnose) sarà necessario ricorrere al trattamento a calce (§ 8.5) come normale pratica industriale sulla base delle indicazioni contenute nella Delibera n. 54/2019 SNPA "Linee guida all'applicazione delle disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo".

Le terre e rocce da scavo in esubero, sia per caratteristiche geotecniche non idonee al riutilizzo nell'ambito del progetto, sia perché non necessarie per le opere previste, sono stimate complessivamente in circa 191.560 m³ (volume smosso): 147.066 m³ (circa 132.360 m³ geometrico ricompattato) verranno riutilizzati nei siti di deposito definitivo della Fiumara Palizzi e della e Fiumara Spartivento; i restanti 44.497 m³ saranno gestiti in regime di rifiuto e conferiti in idonei impianti di conferimento.

5.10.4. Cave e Discariche

Relativamente ai siti di cava, la ricerca effettuata ha portato a individuare le seguenti cave :

- Cava Edilcem (distante 46 km dall'area di cantiere);
- Cava Chirico (distante 55 km dall'area di cantiere).

I siti estrattivi indicati hanno una potenzialità sufficiente a coprire il fabbisogno di materiale ed i siti sono raggiungibili utilizzando SS 106, l'autostrada A2 oltre ad un tratto di viabilità locale. La documentazione di autorizzazione delle cave EdilceM (in fase di rilascio) e Chirico, al momento reperita, sono allegate alla relazione del bilancio materie;

Per il conferimento degli inerti è stato selezionato l'impianto di recupero della ditta EKO M.R.F. Srl. sito presso la contrada Bovetto, Reggio Calabria, posto a circa 48 km dal cantiere. La viabilità da utilizzarsi è la SS106 oltre alla viabilità locale.

L'autorizzazione è allegata alla relazione del bilancio materie.

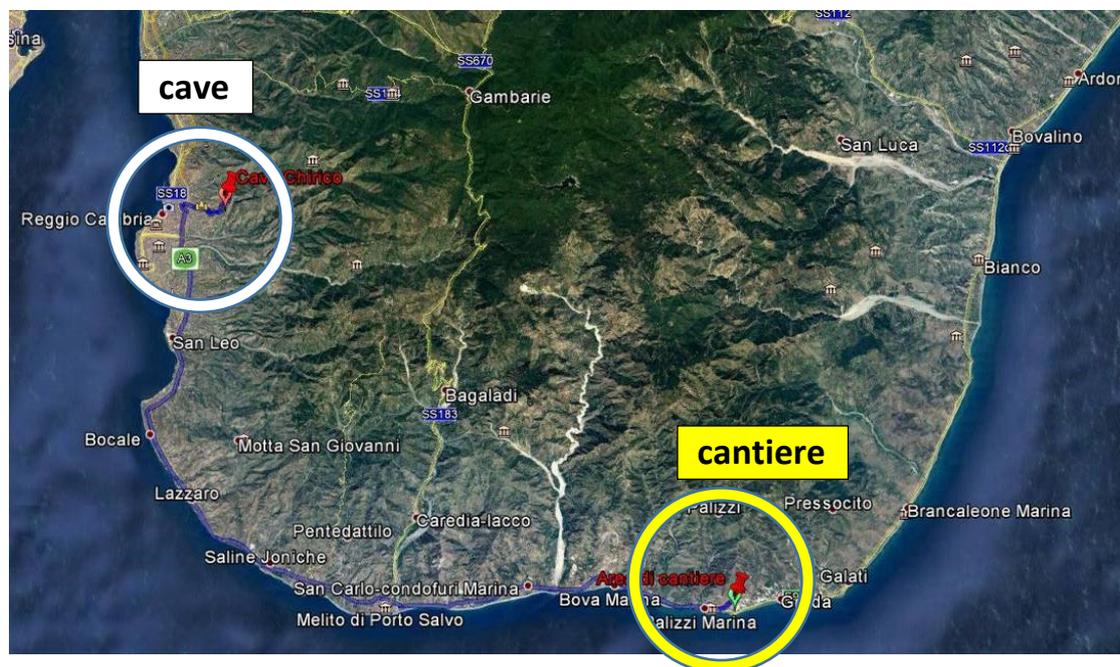
Infine relativamente ai siti di deposito definitivo, si è previsto l'impiego di quelli dislocati lungo la fiumara Palizzi, già individuati nelle precedenti fasi progettuali e lavorative. In particolare:

- Pa3a (Fiumara Palizzi adiacenze strada provinciale Palizzi superiore);
- Pa3b (Fiumara Palizzi adiacenze strada provinciale Palizzi superiore);
- Pa13 (Fiumara Palizzi adiacenze strada provinciale Palizzi superiore).

Nel caso in cui fosse necessario allocare ulteriore materiale da scavo, sono stati previsti altri 3 siti di riserva, due dei quali (Pa15 a e Pa15 b) inclusi nel progetto approvato 2004 ed il terzo (Pa15c - Riserva) inserito come deposito di riserva nel progetto esecutivo approvato dell'appalto in corso:

- Pa15a (Fiumara Spartivento);
- Pa15b (Fiumara Spartivento);
- Pa15c - RISERVA (Fiumara Spartivento).

A conclusione si precisa che il presente progetto esecutivo è corredato di un Piano di Utilizzo Terre redatto ai sensi del DPR 120/2017 che verrà trasmesso agli Enti competenti prima dell'inizio dei lavori



Ubicazione della cava Edilcem e 2C Chirico

5.11. Impianti

Il progetto impiantistico è funzionale, all'esecuzione dei lavori necessari per rendere operativa la carreggiata di valle ed adeguare gli impianti a servizio della carreggiata di monte esistente. La configurazione finale della strada, è infatti quella a due carreggiate monodirezionali, conseguentemente per la carreggiata di monte, attualmente aperta al traffico a doppio senso di circolazione (1 corsia per senso di marcia) si rende necessario l'adeguamento delle attuali dotazioni. Sono interessate le seguenti utenze:

- Galleria Palazzi Marina
- Galleria Ambusena
- Galleria Peristeri
- Galleria S. Antonino

5.11.1. Tipologia dei lavori carreggiata di valle

Per la carreggiata di valle progetto impiantistico prevede i seguenti attrezzamenti.

- Approvvigionamento energia elettrica;

- Distribuzione elettrica;
- Impianto di illuminazione (gallerie);
- Impianto di illuminazione di sicurezza (solo galleria Peristeri e Sant'Antonino);
- Impianto antincendio ad acqua (solo galleria Peristeri e Sant'Antonino);
- Impianto di chiamata con colonnine S.O.S. (solo Peristeri e Sant'Antonino);
- Segnaletica luminosa (solo galleria Peristeri e Sant'Antonino);
- Pannelli a messaggio variabile (solo galleria Peristeri e Sant'Antonino)
- Impianto di ventilazione (solo galleria Peristeri);
- Impianto di rivelazione incendi (solo galleria Peristeri);
- Impianto trasmissione radio in galleria (solo galleria Peristeri);
- Impianto TVCC (solo galleria Peristeri);
- Impianto trasmissione segnali radio in galleria (solo galleria Peristeri);
- Pannelli a messaggio variabile (imbocco galleria Palizzi Marina);
- Dorsale in fibra ottica lungo la tratta;
- Sistema di controllo e supervisione.

APPROVVIGIONAMENTO ENERGIA ELETTRICA

Per l'alimentazione degli impianti, si prevede di utilizzare le esistenti cabine elettriche con modifiche ed implementazioni alle apparecchiature esistenti.

DISTRIBUZIONE ELETTRICA

Il progetto prevede cavidotti interrati esterni per collegare i nuovi quadri elettrici all'interno delle cabine esistenti all'ingresso dei portali. I cavi utilizzati del tipo unipolari o multipolari con doppio isolamento sono del tipo a bassissima emissione di gas tossici per le utenze ordinarie e del tipo resistente al fuoco per le utenze che devono restare efficienti per un tempo ben definito anche in caso di incendio (illuminazione di emergenza e di sicurezza, alimentazione ventilatori ed apparati di sicurezza).

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto sarà realizzato con proiettori specifici con corpo in lega di alluminio con ottica simmetrica per l'illuminazione permanente e ottica asimmetrica con orientamento contro flusso per la illuminazione di rinforzo. I proiettori saranno equipaggiati con lampade aventi la tecnologia a LED.

Il progetto prevede anche un impianto di **illuminazione di sicurezza** ed inoltre, sono previsti n.2 by-pass per la galleria Peristeri e n.1 by-pass per la Sant'Antonino.

IMPIANTO ANTINCENDIO AD ACQUA (SOLO PERISTERI E S.ANTONINO)

Si prevede la realizzazione della nuova tubazione interrata all'interno di ogni singolo fornice. In corrispondenza delle nuove colonnine SOS verrà posto in opera l'idrante con doppia manichetta. L'alimentazione idrica del nuovo impianto delle canne di valle, è derivata dalla tubazione dorsale esistente che alimenta le canne di monte.

Per la riserva idrica e il gruppo di pressurizzazione, le caratteristiche di quelli previsti per le canne di monte, sono idonee anche per le canne di valle.

IMPIANTO COLONNINE S.O.S. (SOLO PERISTERI E S. ANTONINO)

Le colonnine SOS all'interno della canna di valle delle gallerie Peristeri e Sant'Antonino saranno realizzate e poste in opera come da Circolari ANAS all'interno di armadi, realizzati in acciaio inox AISI 316 e corredati di tutti gli accessori richiesti.

SEGNALETICA LUMINOSA E PMV INTERNI (PERISTERI E S. ANTONINO)

In analogia a quanto previsto per le canne di monte, anche per quelle di valle si predisporrà la segnaletica di emergenza. Essa è composta da **segnali verticali bifacciali** di tipo retroilluminato dall'interno realizzati con cassonetto in alluminio, installati dentro la galleria e tali da fornire le indicazioni di emergenza all'utenza anche in presenza di condizioni di scarsa visibilità per fumi.

IMPIANTO DI VENTILAZIONE (SOLO GALLERIA PERISTERI)

Anche per la canna di valle della galleria Peristeri, (lunghezza di circa 1.000 metri), è prevista la realizzazione dell'impianto di ventilazione che è finalizzato a garantire, in condizioni normale, i valori minimi ammissibili degli elementi inquinanti prodotti dalla combustione dei motori a scoppio mediante estrazione dell'aria inquinata e conseguente immissione di aria pulita esterna, ed in condizione di incendio a garantire i giusti valori della velocità dell'aria all'interno della galleria stessa.

IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI (SOLO PERISTERI)

Tra i sistemi e impianti finalizzati alla sicurezza attiva della galleria Peristeri, il progetto prevede, anche per la canna di valle, la realizzazione di un impianto di rivelazione di incendi da coordinare con l'impianto di ventilazione e di segnalazione.

IMPIANTO TRASMISSIONE RADIO IN GALLERIA (SOLO PERISTERI)

Al fine di garantire la continuità delle trasmissioni radio per i servizi di pronto intervento, il progetto prevede la realizzazione del relativo impianto all'interno della canna di valle della galleria Peristeri, in analogia a quanto già fatto per la canna di monte. In sostanza si prevede la installazione del nuovo cavo micro fessurato e relativi accessori all'interno della nuova canna.

IMPIANTO A PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE LUNGO LA TRATTA

Per la carreggiata di valle, si prevede la installazione di n.1 PMV da posizionarsi a circa 150m . dall'imbocco della galleria Palizzi Marina. Il nuovo pannello sarà collegato alla rete in fibra ottica e quindi sarà gestito dal centro di controllo.

DORSALE DI COMUNICAZIONE A FIBRA OTTICA LUNGO LA TRATTA

Per quanto riguarda la realizzazione di infrastrutture impiantistiche su tutta la nuova carreggiata di valle, il progetto prevede di realizzare gli stessi impianti della la carreggiata di monte. Si tratta quindi di realizzare una ulteriore rete in fibra ottica da posizionare lungo il tratto interessato.

IMPIANTO DI SUPERVISIONE

Il progetto prevede il completamento dell'impianto di supervisione a servizio di tutte le gallerie con trasmissione dei dati in una postazione remota definita dalla stessa Anas. Alla rete saranno collegate tutte nuove apparecchiature presenti nelle canne di valle. Il nodo principale rimane quello già previsto per le canne di monte con ubicazione nella cabina elettrica a servizio della galleria Peristeri.

5.11.2. Tipologia degli interventi sulle canne di monte

Nel presente capitolo verranno elencati e descritti tutti gli interventi impiantistici che si rendono necessari per rendere completamente a norma la canna di monte, nella configurazione finale a 2 carreggiate monodirezionali riqualficando gli impianti esistenti.

In analogia con la canna di valle, si esaminano gli impianti esistenti come segue:

- Approvvigionamento energia elettrica;
- Distribuzione elettrica;
- Impianto di illuminazione (gallerie);
- Impianto di illuminazione di sicurezza (solo galleria Peristeri e Sant'Antonino);
- Impianto antincendio ad acqua (solo galleria Peristeri e Sant'Antonino);
- Impianto di chiamata a colonnine S.O.S. (solo galleria Peristeri e Sant'Antonino);
- Segnaletica luminosa (solo galleria Peristeri e Sant'Antonino);
- Pannelli a messaggio variabile (solo galleria Peristeri e Sant'Antonino)
- Impianto di ventilazione (solo galleria Peristeri);
- Impianto di rivelazione incendi (solo galleria Peristeri);
- Impianto trasmissione radio in galleria (solo galleria Peristeri);
- Impianto TVCC (solo galleria Peristeri);
- Impianto trasmissione segnali radio in galleria (solo galleria Peristeri);
- Pannelli a messaggio variabile (imbocco galleria Palizzi Marina);
- Dorsale in fibra ottica lungo la tratta;

- Sistema di controllo e supervisione.

APPROVVIGIONAMENTO ENERGIA ELETTRICA

Non sono previsti interventi specifici se non la sostituzione di alcuni apparecchi.

DISTRIBUZIONE ELETTRICA

Non sono previsti interventi di modifica della distribuzione elettrica prevista.

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Si prevedono i seguenti interventi di verifica/adeguamento:

- Verifica ed eventuale adeguamento dell'impianto di illuminazione permanente
- Adeguamento dell'impianto di illuminazione di rinforzo
- Adeguamento dell'impianto di illuminazione di evacuazione dove presente.
- Verifica dei cavi elettrici di alimentazione

IMPIANTO ANTINCENDIO AD ACQUA (SOLO PERISTERI E S.ANTONINO)

Non sono previsti interventi specifici. Per sicurezza, si ritiene utile mantenere in essere l'intero impianto ad idranti, anche se non espressamente richiesto dalle norme.

IMPIANTO COLONNINE S.O.S. (SOLO PERISTERI E S. ANTONINO)

Anche per questo impianto non sono previsti interventi specifici. Ai fini della sicurezza, si ritiene utile mantenere in essere l'intero impianto SOS, numero e posizione, anche se non espressamente richiesto dalle norme.

SEGNALETICA LUMINOSA E PMV INTERNI (PERISTERI E S. ANTONINO)

I pannelli freccia/croce esistenti, del tipo bifacciali, saranno riprogrammati in per funzionare solo come pannelli monofacciali a servizio del nuovo ed unico senso di marcia. Non sono previste modifiche alle linee elettriche di alimentazione e gestione.

IMPIANTO DI VENTILAZIONE (SOLO GALLERIA PERISTERI)

Per quanto riguarda l'esistente impianto di ventilazione, la nuova configurazione monodirezionale del fornice, non modifica i parametri di calcolo per quanto riguarda la verifica all'incendio e quindi il progetto non prevede interventi.

IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI (SOLO PERISTERI)

Non sono previsti interventi specifici. L'impianto esistente andrà ricollegato al nuovo impianto, come indicato nei paragrafi precedenti che riguardano la canna di valle.

IMPIANTO TRASMISSIONE RADIO IN GALLERIA (SOLO PERISTERI)

Non sono previsti interventi specifici. L'impianto esistente andrà ricollegato al nuovo impianto, come indicato nei paragrafi precedenti che riguardano la canna di valle.

IMPIANTO TVCC (SOLO PERISTERI)

Per l'esistente impianto TVCC saranno solo riposizionate le telecamere.

IMPIANTO A PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE LUNGO LA TRATTA

Non si interviene sui due PMV sulle rampe della rotatoria Palizzi Marina.

DORSALE DI COMUNICAZIONE A FIBRA OTTICA LUNGO LA TRATTA

Non sono previsti interventi specifici.

IMPIANTO DI SUPER VISIONE

Si prevede solo il collegamento alla nuova linea della carreggiata di valle.