



# REGIONE LAZIO

Via Capitan Bavastro, 108 - ROMA

Assessorato Politiche dei Trasporti e Lavori Pubblici

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO (art.7 Legge 109/94 e succ. mod. int.) Dott. Ing. **BERNARDO MARIA FABRIZIO**



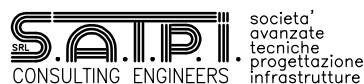
## ANAS S.p.A.

Direzione Centrale Programmazione Progettazione

# VARIANTE ALLA S.S. n. 7 APPIA in Comune di FORMIA

## PROGETTO PRELIMINARE

PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA TRA :  
POLITECNICA Srl, MANDATARIA, Dott. UMBERTO MAZZINI E SATPI Srl, MANDANTE, Ing. EDMONDO TORDI



*RESPONSABILE PROGETTO  
E DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE*

Ing. A. De Fazio

*PROGETTAZIONE TRACCIATO*

Ing. A. De Fazio

Geom. M. Losacco

Ing. B. Rugiero

Ing. F. Serrau

*PROGETTAZIONE STRUTTURE  
E GEOTECNICA*

Ing. A. Lucarelli

Ing. M. Nunzi

Ing. M. Pirrello

*SICUREZZA CANTIERI D.Lgs. 494/96*

Geom. M. Pungetti

*IDRAULICA ED IDROLOGIA*

Ing. B. Rugiero

Ing. S. Tronconi

*PROGETTAZIONE IMPIANTI*

P.I. M. Cavazzuti

Ing. F. Federzoni

Ing. F. Frassinetti

*RESPONSABILE  
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE*

Arch. F. Alagna

*CONSULENTI*

GALLERIE

Ing. G. Guiducci - Studio SINTESI

Ing. S. Fuoco - Studio S.W.S.

GEOLOGIA

Dott. M. Mantovani - GEOTER Srl

ELABORATO

## RELAZIONE TECNICA

OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE	SCALA:				
PST	ST	RT01	/	1-0	-	FILE NAME: PST_STRT0110 . doc			
					CARTELLA: PST_003	PLOT: 1=1			
					FOGLIO: A4V	PROT.: 3165A			
3									
2									
1									
0	EMISSIONE				15 MAG 2004	SERRAU	DE FAZIO	DE FAZIO	
REV.		DESCRIZIONE			DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

## INDICE

<b><u>1</u></b>	<b><u>I PARTE</u></b>	<b><u>4</u></b>
<b>1.1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>1.2</b>	<b>DESCRIZIONE DEL TRACCIATO</b>	<b>4</b>
1.2.1	TRATTO I	4
1.2.2	TRATTO II	5
1.2.3	TRATTO III	7
1.2.4	TRATTO IV	9
1.2.5	TRATTO V	10
<b>1.3</b>	<b>IDROLOGIA ED IDRAULICA</b>	<b>12</b>
1.3.1	CLIMATOLOGIA ED IDROLOGIA	12
1.3.2	COMPATIBILITÀ IDRAULICA	16
1.3.3	DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	17
<b>1.4</b>	<b>GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA</b>	<b>18</b>
1.4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	18
1.4.2	TETTONICA	20
1.4.3	GEOMORFOLOGIA	20
1.4.4	IDROGEOLOGIA	21
<b>1.5</b>	<b>GEOTECNICA</b>	<b>22</b>
1.5.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	22
<b>1.6</b>	<b>USO DEL SUOLO</b>	<b>31</b>
<b>1.7</b>	<b>ARCHEOLOGIA</b>	<b>36</b>
1.7.1	LE INDAGINI ARCHEOLOGICHE	37
1.7.2	VALUTAZIONE DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO	38
1.7.2.1	Valutazione del rischio archeologico assoluto	38
1.7.2.2	Valutazione del rischio archeologico relativo e valutazione delle prescrizioni e delle indagini preventive per le successive fasi progettuali e realizzative	39
<b><u>2</u></b>	<b><u>II PARTE</u></b>	<b><u>41</u></b>
<b>2.1</b>	<b>GEOMETRIA DEL TRACCIATO PRESCELTO</b>	<b>41</b>
2.1.1	SEZIONE TIPO ORGANIZZAZIONE DELLA SEDE STRADALE	43
2.1.2	ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE	44
2.1.2.1	Rettifili	44
2.1.2.2	Raccordi Circolari	45
2.1.2.3	Curve a raggio variabile	45
2.1.2.4	Pendenze trasversali degli elementi planimetrici	46
2.1.2.5	Allargamento della carreggiata in curva	46
2.1.2.6	Tabella di sintesi degli elementi planimetrici	47
2.1.3	ANDAMENTO ALTIMETRICO DELL'ASSE	49

**RELAZIONE TECNICA**

2.1.4	DIAGRAMMA DI VELOCITÀ .....	52
2.1.5	VERIFICHE DI VISIBILITA' .....	54
<b>2.2</b>	<b>SOVRASTRUTTURA STRADALE.....</b>	<b>57</b>
	STRATO .....	58
<b>2.3</b>	<b>BARRIERE DI SICUREZZA .....</b>	<b>62</b>
2.3.1	BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI .....	62
2.3.2	1.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI .....	62
2.3.3	1.2 TIPOLOGIE E CRITERI DI SCELTA DELLE BARRIERE.....	63
2.3.3.1	1.2.1 Barriere centrali da spartitraffico.....	63
2.3.3.2	1.2.2 Barriere laterale bordo rilevato autostrada e strade in affiancamento .....	64
2.3.3.3	1.2.3 Barriere bordo laterale viabilità interferita.....	64
2.3.3.4	1.2.3 Barriere su opera d'arte.....	64
<b>2.4</b>	<b>SEGNALETICA.....</b>	<b>66</b>
<b>2.5</b>	<b>MATERIALI .....</b>	<b>67</b>
2.5.1	CALCESTRUZZI.....	67
2.5.2	ACCIAIO.....	67
2.5.3	TERRENO PER RILEVATI E RINTERRI.....	67
2.5.4	NOTE SULLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	67
2.5.5	APPOGGI E GIUNTI.....	74
<b>2.6</b>	<b>OPERE D'ARTE .....</b>	<b>76</b>
2.6.1	PONTE SUL FOSSO DEL PIRLA .....	76
2.6.2	PONTE SCATOLARE IN CORRISPONDENZA DELLA SEZ. N. 232-233 .....	77
2.6.3	PONTE IN CORRISPONDENZA DELLA SEZ. N. 238 .....	78
2.6.4	PONTE SUL TORRENTE BALZORILE.....	79
2.6.5	PONTE SUL TORRENTE ACQUALONGA .....	80
2.6.6	PONTE SUL TORRENTE ACQUATRAVERSA.....	81
2.6.7	PONTE SUL TORRENTE MARMORANO .....	82
2.6.8	PONTE SCATOLARE SUL TORRENTE MARMORANA (SEZ. 422-424) .....	83
2.6.9	PONTE DI COLLEGAMENTO TRA VIA PIANA E VIA GESSO (SEZ. 235-240) .....	84
2.6.10	CAVALCAVIA VIA FUNNO .....	85
2.6.11	CAVALCAVIA IN CORRISPONDENZA DELLA ROTATORIA (N°2 ALLA SEZ. 407-408 E SEZ. 410) 87	
2.6.12	SOTTOVIA SVINCOLO DI GAETA .....	88
2.6.13	SOTTOVIA VIA DEGLI ARCHI SEZ. 325-328 ALLA PROGRESSIVA KM 8+119,00.....	89
2.6.14	SOTTOVIA VIA PIETRA ERTA SEZ. 365-366 ALLA PROGRESSIVA KM 9+128,00.....	90
2.6.15	SOTTOVIA VIA APPIA BIS SEZ. 389-394 ALLA PROGRESSIVA KM 9+750,00 .....	91
2.6.16	PROLUNGAMENTO SOTTOVIA VIA VADO CERASO SEZ. 442-443.....	93
2.6.17	TOMBINI .....	94
<b>2.7</b>	<b>GALLERIE .....</b>	<b>95</b>
2.7.1	GALLERIA COSTAMEZZA .....	95
2.7.2	GALLERIE ARTIFICIALI.....	105
2.7.2.1	GALLERIA ARTIFICIALE DI BALZORILE 1.....	105
2.7.2.2	GALLERIA ARTIFICIALE DI BALZORILE 2.....	107
2.7.2.3	GALLERIA ARTIFICIALE DI MONTE CAMPESE TRONCO 1 .....	111

RELAZIONE TECNICA

2.7.2.4	GALLERIA ARTIFICIALE DI MONTE CAMPESE TRONCO 2 .....	113
2.7.2.5	MODALITA' DI ESECUZIONE .....	116

## **1 I PARTE**

### **1.1 PREMESSA**

La presente relazione riguarda la progettazione della variante stradale, denominata "Pedemontana di Formia, alla statale S.S. 7 Appia per il tratto che partendo dal territorio di Gaeta in località Puntone, attraversa l'abitato di Formia, e termina in località Santa Croce in corrispondenza dello svincolo per Cassino e Napoli.

Tutto l'intervento è localizzato totalmente nella Regione Lazio per uno sviluppo di circa undici chilometri ed interessa i territori Comunali di Gaeta e Formia in provincia di Latina.

### **1.2 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO**

Al fine di agevolare la lettura, il tracciato è stato suddiviso in cinque tratti:

TRATTO I: da Svincolo di Gaeta a imbocco ovest Galleria naturale di Costamezza

TRATTO II: Galleria naturale di Costamezza

TRATTO III: da imbocco est Galleria naturale di Costamezza a imbocco est Galleria artificiale Campese 2

TRATTO IV: da imbocco est Galleria artificiale Campese 2 a inizio sottopasso Via Appia

TRATTO V: da inizio sottopasso Via Appia a fine progetto

#### **1.2.1 Tratto I**

Rotatoria di collegamento dello svincolo con la S.S.7 Appia

Rampe di svincolo

Il tracciato della strada ha inizio alla sezione 1, in corrispondenza della spalla del viadotto previsto per il collegamento con il progetto dell'autostrada, A12-Gaeta, non facente parte del presente progetto; la funzionalità del lotto è garantita da rampe di svincolo che consentono di raggiungere la viabilità ordinaria esistente in corrispondenza della S.S. 7 Appia tramite uno svincolo in rotatoria del diametro interno di 50 metri.

Al suddetto svincolo accedono i veicoli provenienti o diretti ai Comuni di Gaeta e Formia, posti a sud ed Itri e Fondi posti a nord.

La strada di accesso all'autostrada è a due corsie, una per ogni senso di circolazione da 4,00 metri e banchine da 1,00; pertanto la larghezza della carreggiata risulta di metri 10,00.

Nel progetto del presente lotto vengono previste unicamente due rampe: quella diretta a sud e quella proveniente da sud; mentre le altre rampe sono poste a carico del progetto dell'Arcea. La carreggiata delle rampe è suddivisa in corsia di marcia larga 4,00 e banchina destra 1,50 ed in sinistra 1,00 metri

La strada di raccordo e le rampe hanno uno sviluppo di 1464,95 metri che in funzione del traffico previsto in uscita è tale da garantire il corretto deflusso dei veicoli senza la formazione di code in autostrada.

L'area impegnata è caratterizzata da un leggero pendio degradante verso il rio Itri (torrente Puntone) dal quale il rilevato stradale viene solo marginalmente lambito; sono previste opere spondali di salvaguardia della strada.

Il primo tratto autostradale, a cielo aperto, si sviluppa in trincea per una lunghezza di circa 360 m; le carreggiate risultano separate da una fascia di verde per effetto del distanziamento dell'asse dei fornicelli della galleria Costamezza.

Sul lato destro dell'imbocco della corsia sud è prevista un'area di circa 1500 mq per la localizzazione dell'edificio impianti tecnologici (cabina elettrica di consegna e trasformazione, sala quadri e gruppo elettrogeno)

### **1.2.2 Tratto II**

#### Galleria Costamezza

Alla progressiva Km 0+355 ha inizio la galleria Costamezza che presenta una lunghezza media di circa 5338 metri considerando la leggera differenza della canna di valle che è più lunga di quella di monte di 10 metri.

Gli imbocchi sono sagomati a becco di flauto per realizzare una migliore inserimento dell'opera nell'ambiente circostante.

RELAZIONE TECNICA

La galleria ha inizio proprio in corrispondenza dell'attraversamento della Appia che viene sottopassata poco al di sotto del piano stradale; infatti è necessario non modificare la livelletta stradale sia per motivi di carattere paesaggistico, sia per poter mantenere l'esercizio durante il corso dei lavori di esecuzione della galleria.

La galleria Costamezza si sviluppa sotto i rilievi di Costamezza, altezza 400 m , Monte Santa Maria 590 m. ; monte di Mola altezza 485.

Geologicamente vengono attraversate due formazioni prevalenti: le unità carbonatiche; calcari e dolomie, per i primi 4600 metri e argille caotiche con gessi nel tratto finale

In relazione alla particolare sensibilità dell'ambiente idrogeologico sono stati previsti accorgimenti di tutela sia in fase di realizzazione che di esercizio; allegato al presente progetto viene presentato lo studio elaborato dal Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Roma La Sapienza: Analisi dei possibili rapporti tra l'acquifero regionale che alimenta la sorgente Mazzoccolo e le opere di costruzione della Galleria.

Altimetricamente si parte da quota 30,71 m s.l.m. alla sezione n.16, posta alla progressiva Km 0+375 per raggiungere quota 101,55 alla sezione di colmo n.164, posta alla progressiva Km 4+065,75 con una pendenza del 2,10% per poi ridiscendere sino a quota 77,39 alla sezione di imbocco est n.228, posta alla progressiva 5+675, con una pendenza di 1,86%

All'interno di ciascuna galleria la carreggiata è composta da due corsie di marcia, ciascuna di larghezza 3,75 mt, da una corsia di emergenza di 3,00 mt e da due banchine di 0,70 mt; è delimitata al margine destro e sinistro da un manufatto avente profilo ridirettivo e da uno spazio riservato agli impianti tecnologici, di sicurezza, ecc., protetti dal profilo ridirettivo rigidamente collegato alla fondazione stradale;

Al fine della sicurezza degli utenti sono state previste piazzole di sosta ogni 600m aventi dimensioni di 45x3m, collegamenti pedonali tra i due forni ogni 300m e collegamenti per il passaggio dei veicoli di soccorso o per il cambio di carreggiata in caso di manutenzione ogni 900m tutti presidiati da portoni tagliafuoco R.E.I 120. In totale sono state previste 10 By-pass pedonali, 5 by-pass carrabili e 8 piazzole di sosta, quattro per direzione di marcia.

RELAZIONE TECNICA

Inoltre il progetto prevede le dotazioni di sicurezza e di controllo del traffico più evolute:

Impianto di ventilazione longitudinale

Impianto antincendio

Impianto rilevazione incendi

Sorveglianza da postazione remota (sala operativa ANAS)

Segnaletica a messaggio variabile

Per aumentare la capacità di smaltimento dei fumi in caso di incendio è stato previsto un impianto di estrazione dei fumi costituito da una serie di ventilatori centrifughi alloggiati in un camerone realizzato tra i due forni e da un camino verticale di ventilazione collegato con la superficie esterna. Il camino, avente diametro di 6,00 mt, è ubicato in corrispondenza della sezione n.149. al Km 3+700 e risulta lungo 186 misurato dal tetto della galleria. Il camino emerge a quota 285 s.l.m..

### **1.2.3 Tratto III**

Tale tratto si sviluppa per 2,133 Km, ed è compreso tra la sezione 229 posta alla progressiva Km 5+700 e la sezione 314, progressiva Km 7+833; altimetricamente si passa da quota 77,39 a quota 64,48 s.l.m. .

In tale tratto che ha inizio dall'imbocco sud-est della galleria Costamezza si susseguono tratti a cielo aperto e tratti in galleria artificiale.

Allo sbocco della galleria Costamezza sono presenti due piazzole a lato della carreggiata atte ad ospitare gli impianti tecnologici a servizio della galleria: sala operativa e cabina elettrica .

Queste attrezzature saranno collocate in un fabbricato di 6x25m, h.4m antisismico. Nella piazzola sono collocate le vasche per accumulo e disoleazione delle acque di piattaforma e sarà quivi prevista anche una vasca antincendio.



RELAZIONE TECNICA

Di seguito il tracciato si sviluppa in rilevato per circa 285 m superando un primo torrente con un manufatto scatolare 3,00 per 3,00 ed un secondo, Pian Torrente con un ponticello di luce 16,00 m. sino all'imbocco della galleria Balzorile 1.,

Segue, dalla progressiva Km 5+981,25 al Km 6+131,25 la galleria artificiale a sezione rettangolare "Balzorile 1" avente una lunghezza complessiva di 150m, un ponte ad una campata sul torrente Balzorile di luce 16,00, quindi dalla progressiva Km 6+206,25 al Km 6+625,00 la galleria artificiale a sezione rettangolare "Balzorile 2" avente una lunghezza di 425 m.. La galleria artificiale intercetta il fosso del Tuoro che in fase di cantiere sarà pertanto opportunamente deviato.

Tra le gallerie artificiali "Balzorile" e le gallerie artificiali di M.te Campese, corre un tratto che presenta in successione: una tipologia a mezzacosta per circa 80 m., poi in trincea per circa 150 m; qui è previsto un muro di confinamento lato monte.

Segue un rilevato di circa 150 m. con altezza massima di 7,00 m circa, sul lato valle è quindi previsto per contenere l'occupazione di terreno, l'impiego di terra rinforzata per circa 75 m.e a mezza costa per ulteriori 135 m. con muro lato monte da 5 m fino a 7 m di altezza.

Seguono le gallerie artificiali di Monte Campese, che presentano una configurazione planimetrica sfalsata: galleria a sezione rettangolare "Campese 1", lato monte, lunga 276m. e lato valle lunga 207 m.; galleria a sezione circolare "Campese 2", lato monte lunga circa 253 mt. e lato valle di circa 194 m.. Tra le due gallerie è previsto un tratto a mezzacosta di circa 80 m. dotato di un muro di sottoscampa a lato valle ed una paratia a lato monte.

Tra le progressiva 6+710 e 6+730 è previsto un ponte di luce 18,00 mt per l'attraversamento del torrente Acqualonga.

Tutto il tratto 3 attraversa trasversalmente il pendio che dalla costa sale verso Maranola con una pendenza media del 10%, e intercetta i corsi d'acqua già menzionati e di strade; tra queste di particolare rilevanza è la Strada provinciale per Maranola che viene sottopassata in galleria. Per dare continuità alle altre strade di carattere locale il progetto prevede :

**RELAZIONE TECNICA**

per via Gesso, interrotta dalla strada di progetto è previsto una bretella stradale di collegamento da via Piana tramite un ponte a tre campate sul torrente Pian Torrente;  
per la via Piana, via Casavecchia è previsto il mantenimento de tracciato attuale sottopassando le strade in galleria;  
per via Funno è previsto un cavalcavia ala progressiva Km 6+900.

**1.2.4 Tratto IV**

Tale tratto si sviluppa per 1,917 Km, ed è compreso tra la sezione 314 posta alla progressiva Km 7+833 e la sezione 391, progressiva Km 9+750; altimetricamente si passa da quota 64,48 a quota 39,26 s.l.m.l

In tale tratto il tracciato viaggia dapprima a mezza costa poi in leggero rilevato o a raso. All'uscita della galleria Campese 2 il tratto a mezza costa è stato progettato con un rilevato di valle di altezza massima di circa 18 metri ma degradante con pendenza di 29 gradi; per uno sviluppo del fronte di complessivi 550 m.; rispetto ad altre soluzioni costruttive quella adottata è stata valutata più compatibile con l'inserimento nell'ambiente tenuto conto che è prevista anche la sistemazione superficiale a verde.

Di seguito il tracciato corre a raso sino al torrente Acquatraversa che viene attraversato mediante un ponte a 3 campate, da 25,00 mt di luce per una lunghezza complessiva di 75 m, per poi proseguire sempre a raso od in leggera trincea sino al ponte sul Fosso Marmorano. di luce pari a 16,00 mt.

Passato il Fosso Marmorano alla progressiva 9+581 l'opera si inserisce sul tracciato esistente dell'Appia bis.

Per quanto riguarda la risoluzione delle interferenze con la viabilità locale, sono stati previsti i due sottovia seguenti

- sottovia su via degli Archi alla prog. Km 8+119; che con l'adeguamento della carreggiata sino a via Cerquito sinterrotta a vale dalla strada di progetto;
- sottovia su via Pietra Erta prog. Km 9+128,00);

### **1.2.5 Tratto V**

Tale tratto si sviluppa per 1,295 Km, ed è compreso tra la sezione 391 posta, alla progressiva Km 9+750, e la sezione 442, progressiva Km 11+045,88; altimetricamente si passa da quota 39,26 a quota 20,77 s.l.m.l

In questo tratto la strada di progetto si riporta a ripercorrere l'attuale sedime dell'Appia bis, in Comune di Formia sino a confluire nello svincolo di Santa Croce in direzione Garigliano. Al fine di garantire continuità al tracciato esistente dell'Appia bis, sulla quale si aprono numerosi incroci e passi carrai, il progetto prevede che venga realizzato un sistema di strade comunali in affiancamento al tracciato autostradale chiuso.

Tale sistema, costituito da due carreggiate a senso unico, ciascuna posta ai lati esterni dell'autostrada, consente di drenare sia il traffico urbano proveniente dalle strade laterali sia quello diretto parallelamente all'autostrada.

Al traffico autostradale è consentito sia di dirigersi verso sud, Garigliano-Napoli, sia, tramite lo svincolo già esistente, di connettersi alla viabilità ordinaria e alla S.S.630 Ausonia in direzione Cassino.

Al traffico urbano, che si svolge sulle complanari, è consentito di invertire la direzione di marcia tramite un rotatoria sopraelevata rispetto al piano dell'autostrada, a cui si accede tramite tratti in pendenza; 7%; la zona della rotatoria in corrispondenza dell'autostrada è costituita da due cavalcavia posti rispettivamente alle progressive Km 10+166,50 e Km10+226,50.

Le strade complanari sono di categoria F ed hanno sezione trasversale 5,75 di cui corsia di 3,75 e margine sinistro di 0,50t marciapiedi in destra di 1,50m.

La complanare diretta a nord, in corrispondenza dell'incrocio con l'autostrada coincide planimetricamente con il sedime dell'attuale Appia bis; mentre altimetricamente il piano stradale si abbassa per sottopassare l'autostrada.

Il manufatto di attraversamento è lungo 105 metri , le rampe di accesso sono rispettivamente lunghe 191,00 mt la rampa sud e 103,00 mt la rampa nord.

Altre opere realizzate lungo il presente tratto sono:

Ponte sul Torrente La Marmorana con manufatto scatolare.

Allungamento del sottovia Via Vado Ceraso

La riqualificazione di via Ponzanello e la realizzazione di una bretella stradale confluyente nella Rotatoria sopraelevata.

Le aree attualmente servite da via Mamurrano, interrotta dal progetto, verranno servite da via Ponte Ritto.

E' prevista la riqualificazione dello svincolo di S.Croce e l'allargamento della rampa di uscita della complanare diretta a sud che confluisce in una nuova rotatoria necessaria a consentire ai veicoli di raggiungere tutte le direzioni.

### **1.3 IDROLOGIA ED IDRAULICA**

#### **1.3.1 Climatologia ed idrologia**

L'Autorità dei bacini regionali del Lazio comprende tutto il territorio regionale non appartenente ai bacini nazionali (Tevere e Liri-Garigliano) ed interregionali (Fiora e Tronto) ed include quasi tutta la fascia costiera del Lazio, i bacini dei laghi Bolsena e Bracciano nella parte Nord, la bonifica Pontina nella parte Sud, per una estensione complessiva di circa 5.270 Km<sup>2</sup>.

Il territorio di competenza comprende o interessa complessivamente 96 comuni della regione ed è stato suddiviso in tre aree denominate rispettivamente BR1, BR2 e BR3 in base alle caratteristiche idrografiche, geomorfologiche ed antropiche.

L'area di interesse del presente progetto ricade nel Bacino BR3 che, comprende i corsi d'acqua con foce a mare dal fosso di Campo Ascolano fino al bacino del fiume Ausente, facente parte del bacino di interesse nazionale del Liri-Garigliano, per una superficie complessiva di circa 2847 km<sup>2</sup>.

L'ultima parte di bacini compresi nel BR3 si estende da Sperlonga a Minturno per complessivi 210 Km<sup>2</sup>, nella zona delineata dai Monti Aurunci (Monte Petrella 1535 m) tra cui il bacino del **Rio di Itri**, che ha la foce tra Gaeta e Formia. Altri corsi d'acqua minore hanno la foce fra Formia e Minturno: fosso del Tuono, **torrente Acquatraversa**, Rio S. Croce, Rio Capo D'Acqua, fino al limite del bacino BR3 (Monte d'Argento a Marina di Minturno).

Per quanto riguarda la termometria, i valori della temperatura media mensile sono compresi fra i 3° C in gennaio sui rilievi ed i 26° C in luglio nella piana; per l'intera area si hanno come valori mensili medi della temperatura media 7° C in febbraio e 24° C in luglio; la media annua delle temperature medie è compresa tra i 10° C sui rilievi ed i 17 °C nella piana.

**RELAZIONE TECNICA**

In generale, i valori delle temperature nelle varie stazioni sono decrescenti con le altitudini e con la distanza dal mare; complessivamente in tutte le stazioni le escursioni termiche hanno valori minori nei mesi invernali e maggiori nei mesi estivi.

Da questo dato si può concludere che da un punto di vista termico il Bacino ha un clima mediterraneo temperato caldo con prolungamento della stagione estiva e con inverno mite.

La piovosità mensile presenta un massimo autunnale (novembre) ed un minimo estivo (luglio). In novembre cadono mediamente 150 mm di pioggia, in luglio circa 20 mm.

L'andamento della piovosità mostra una continua diminuzione da dicembre a luglio, un lievissimo aumento ad agosto, un costante e forte aumento da agosto a novembre ed infine una lieve diminuzione a dicembre.

Le precipitazioni medie annue, in generale, vanno aumentando dalla linea di costa (meno di 700 mm nella zona Anzio-Nettuno; fra 700 e 800 mm nella restante fascia costiera tranne al Circeo e a Gaeta, dove si possono superare i 1000 mm) verso l'interno e verso i rilievi (1200 mm circa sui Colli Albani, 1800 mm sui Lepini e 1500 mm sugli Ausoni-Aurunci). La precipitazione media annua su tutto il bacino è di oltre 1000 mm.

Dell'intero afflusso medio annuo, il 58% in media è restituito all'atmosfera per evapotraspirazione: il ruscellamento in superficie e l'alimentazione delle falde sotterranee rispondono del restante 42%, tenendo presente che l'alimentazione avviene soltanto fra novembre ed aprile.

L'evapotraspirazione potenziale è però notevolmente superiore nella parte pianeggiante, dove può superare il 70% delle precipitazioni.

Il fiume Astura e gli altri minori, che hanno il bacino nel tratto montano impostato su rilievi vulcanici, presentano un profilo longitudinale con un primo breve tratto a notevole pendenza, seguito da un più lungo tratto a debole pendenza.

Sui corsi d'acqua del Bacino non sono disponibili informazioni sistematiche circa il regime idrologico, data l'assenza di stazioni di rilevamento. Elementi idrologici sui corsi d'acqua tra il limite settentrionale e la bonifica pontina si hanno da studi generali rivolti alla stima delle potenzialità idrauliche.

**RELAZIONE TECNICA**

La determinazione della portata di progetto, con tempo di ritorno assegnato, si è basato sull'analisi dei dati riguardanti le piogge intense che hanno interessato nel passato la località in studio., riportati negli Annali Idrologici per le località vicine alla zona interessata dal progetto. Esse sono le seguenti:

Esperia, Cassino, Sessa, Suio, Cervaro, Itri

Complessivamente sono stati studiati 21 anni di pioggia dal 1970 al 1991. Sono stati quindi selezionati gli eventi di breve durata e forte intensità, e gli eventi di durata 1 ora, 3 ore e 6 ore. Periodi maggiori non sono stati considerati in quanto sarebbero risultati di durata molto superiore al tempo di corrivazione dei bacini studiati.

Tabella 2 –portate di progetto

Id.	Progressiva (m)	Sezioni	Nome	Area (kmq)	Lunghezza (m)
1	-50	-2	Rio Itri	44.247	12300
2	210	9-10		0.041	300
4	275	12		0.051	500
3	0	0		1.620	3050
5	375	16	Fosso della Pirla	1.528	3050
6	610	24-27	Costamezza	1.725	2300
7	3550	143	Fosso Rialto	2.176	2000
8	4850	195	Fossatello Bonaluro	3.246	4200
9	5660	227-228		0.279	600
10	5780	232-233		0.214	500
11	5925	238		1.696	2500
12	6160	247-248	Fosso di Balzorile	4.101	4300
13	6460	259-260	Fosso del Tuoro	0.904	2100
14	6720	269-270	Torrente Acqualonga	0.710	1500

RELAZIONE TECNICA

15	7020	281-282		0.210	700
16	9010	361-362	Torrente Acquatrasversa	8.650	6400
17	9580	384-385	Fos. Marmorano	1.170	2075
18	9910	397-398		0.137	450
19	10540	422-423	Tor La Marmorana	4.710	4800



### 1.3.2 **Compatibilità Idraulica**

I criteri adottati sono stati finalizzati alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo ed alla corretta utilizzazione delle acque.

In particolare, le attività svolte sono state mirate alla valutazione dell'interferenza degli attraversamenti idraulici in progetto ed alle precauzioni necessarie per la messa in sicurezza degli stessi con un adeguato coefficiente di sicurezza.

Nel caso particolare degli attraversamenti, le prescrizioni e gli indirizzi individuati sono stati rivolti a garantire:

- coerenza della struttura con l'assetto idraulico del corso d'acqua senza (se non in minima parte) alterazione di rischio idraulico
- valutazione delle sollecitazioni di natura idraulica cui è sottoposta l'opera in rapporto alla sicurezza della stessa.

Lo studio di compatibilità idraulica condotto è stato teso ad identificare e quantificare gli effetti di ogni singolo intervento in progetto sul corso d'acqua rispetto alle condizioni fisiche ed idrologiche precedenti alla realizzazione degli stessi.

Gli effetti principali considerati sono stati i seguenti:

- modifiche indotte sul profilo involuppo di piena;
- riduzione della capacità di invaso dell'alveo,
- interazioni con le opere di difesa idraulica (opere di sponda e argini) esistenti;
- opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento;
- modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo di inciso e di piena;
- modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale;
- condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

I calcoli relativi alla determinazione della portata di progetto di tutti i corsi d'acqua che interessano la strada, sono stati condotti con tempo di ritorno 100 e 200 anni, sia che siano attraversati in galleria, sia con tombini o ponti.

### **1.3.3 DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA**

Per lo smaltimento delle acque incidenti sulle superfici stradali è previsto un sistema di drenaggio, raccolta ed allontanamento delle acque di piattaforma mediante embrici, distribuiti con un intervallo di 20 metri. In generale lo smaltimento è realizzato in modo da intercettare le acque e convogliarle lateralmente nei fossi rivestiti posti al piede dei rilevati stradali.

In merito al dimensionamento, la sollecitazione idrologica assunta alla base del progetto, è quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 20 anni

I criteri progettuali ai quali ci si è ispirati sono i seguenti:

- mantenimento della sicurezza sul piano viario anche in caso di apporti meteorici eccezionali;
- protezione dall'erosione di trincee, rilevati e opere d'arte che possono essere interessate dal deflusso di acque canalizzate;
- protezione dall'erosione e mantenimento della sicurezza a valle dei recapiti della rete di drenaggio.

### **RECAPITI FINALI**

I punti di recapito della rete di drenaggio nella rete idrografica naturale opportunamente individuati, saranno protetti con strutture per il controllo dall'erosione, adeguate a garantire la sicurezza del territorio a valle.

## **1.4 GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA**

### **1.4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

L'area rilevata, ubicata nel settore nord-occidentale del Foglio n.171 "Gaeta" della Carta geologica d'Italia, risulta inserita nel settore meridionale del Complessi dei Monti Aurunci, costituito da carbonati mesozoici in facies di piattaforma carbonatica laziale-abruzzese.

Il tracciato stradale in progetto può così suddividersi:

1. **Tracciato stradale lato Itri:** la geologia dell'area è rappresentata dall'Unità dei depositi alluvionali-colluviali.
2. **Galleria naturale monte Costamezza e Mola:** attraversa le unità geologiche di Monte Petrella, di Montuaccio ed delle Argille con gessi.
3. **Zona Balzorile – monte Campese:** attraversa le unità geologiche dei depositi Alluvionali-Colluviali e delle liguridi Esterne.
4. **Tracciato stradale lato S. Croce:** la geologia dell'area è rappresentata dall'Unità dei depositi alluvionali-colluviali, e dall'Unità delle alluvioni recenti.

Le unità litostratigrafiche attraversate sono qui di seguito riassunte:

#### **- Unità delle Liguridi esterne (ARGILLE CAOTICHE)**

Sono costituite da una matrice argillosa-siltosa caotica e tettonizzata inglobante blocchi lapidei estremamente eterogenei sia come litologia sia come dimensione. Tale unità è presente lungo l'intero tracciato in esame a profondità variabili (ca.10 m massimo), copre in affioramento la zona Acqualonga ed interessa in maniera preponderante tutto il tratto in galleria che attraversa la piana di Formia fino all'imbocco sud della stessa in prossimità di monte Campese. Le argille caotiche presentano una scarsa permeabilità, comunque localmente condizionata dalla loro eterogeneità.

**- Depositi alluvionali-colluviali (ARGILLE DETRITICHE)**

Tale tipo di depositi individuati localmente nelle aree in esame appaiono a prevalente componente coesiva. Si tratta per lo più di porzioni superficiali più alterate delle formazioni argillose affioranti (argille caotiche). I depositi presentano spessori massimi di qualche metro lungo gran parte del tracciato in esame. La permeabilità risulta complessivamente scarsa o nulla, anche se variabile con la granulometria e l'eventuale grado di cementazione. La maggiore interferenza con questa formazione si riscontra nella zona Pietime-Balzorile con spessori di 3÷4 m.

**- Unità dei conglomerati neritici (CONGLOMERATI)**

Tale unità è prevalentemente conglomeratica con puddinghe e brecce cementate. Talora si osservano, intercalate nei conglomerati, calcareniti, arenarie ed argille sabbiose. I conglomerati hanno un elevato grado di permeabilità per fratturazione e carsismo. Tale formazione interessa prevalentemente la galleria che attraversa Monte Campese soprattutto in prossimità dell'imbocco lato Balzorile e marginalmente la galleria Monte Mola in prossimità dell'imbocco sempre lato Balzorile.

**- Unità delle Argille con Gessi**

Tale unità è costituita prevalentemente da argille siltose e sabbie argillose, spesso bituminose a cui si intercalano lenti o banchi di gesso. Esse risultano particolarmente sovraconsolidate, fessurate con una permeabilità molto ridotta. Si collocano prevalentemente in corrispondenza dell'imbocco lato Balzorile della galleria naturale che attraversa i monti Costamezza-Mola.

**- Unità Calcareao-Dolomitica (unità di monte Petrella e Montuaccio)**

Tale unità interessa gran parte della galleria Monte Mola ed è presente fino alla zona d'imbocco lato Itri. La permeabilità di questa formazione è elevata e legata alla fratturazione e carsismo.

#### **1.4.2 TETTONICA**

L'area in oggetto, si colloca in un contesto geologico rappresentato dalla unità degli Aurunci occidentali il cui assetto strutturale è il risultato di eventi deformativi di tipo fragile, sia compressivi che distensivi. L'evoluzione della dorsale aurunca inizia con la messa in posto della unità Sicilide al di sopra delle strutture carbonatiche. Successivamente, dopo una lacuna verificatasi dal Paleogene al Miocene medio, nell'intervallo Messiniano-Tortoniano superiore, si ha la deposizione del flysch in bacini (dalla cui evoluzione si origineranno poi la Valle Latina, la Valle dell'Ausente e parte della Piana di Formia), i quali circondano il settore carbonatico rimasto emerso (Fase Toscana). Lungo il margine meridionale dell'area emersa (Piana di Formia) si depongono, invece, in facies sopralitorale-salmastra, le "Argille con gessi" in prevalenza sulle argilliti varicolori. L'intera catena aurunca viene successivamente investita da ulteriori eventi deformativi responsabili dello scagliamento e della traslazione, verso settori settentrionali ed orientali, delle strutture carbonatiche, con il coinvolgimento delle Argille caotiche e dei depositi torbiditici. La tettonica distensiva del margine tirrenico, che interessa l'area dal Pliocene all'Attuale, si esplica riutilizzando zone precedentemente tettonizzate, tra le quali la faglia a direzione E-W (da Maranola a Campodivivo) che separa la struttura carbonatica dalla piana terrigena. Nell'area studiata sono state rilevate diverse famiglie di faglie. Si evidenzia, infine, che il comune di Formia è classificato fra i comuni dichiarati sismici di II categoria (grado sismico  $S = 9$  e  $C = 0.07$ ; D.M. 7/3/1981 ed ordinanza n° 3274/2003).

#### **1.4.3 GEOMORFOLOGIA**

Il tracciato in progetto, attraversa due settori a differente morfologia collegati alla presenza in affioramento di depositi argillosi e depositi carbonatici. Il primo settore si estende dalle Fosse fino a Pietime-Balzorile. Esso presenta una morfologia condizionata essenzialmente dalla presenza in affioramento di coltri detritiche o di unità argillose, argille

con gessi e argille caotiche, la cui resistenza media all'erosione ha determinato morfologie dolci, generalmente risalenti in quota verso nord, con angoli di pendio mediamente inferiori ai 10-15° o addirittura sub-orizzontali (tratto Acqualonga-S.Croce). Le pendenze risultano più accentuate (30°-40°) in corrispondenza delle sponde torrentizie (Fosso di Balzorile) o lungo le pendici di M. Campese ove affiorano i conglomerati pliocenici. I valori di pendenza indicati sono legati alla già citata media erodibilità ed alle buone qualità tecniche delle Argille con gessi. Infatti i versanti raramente sono soggetti a scorrimenti e colamenti, evolvendo piuttosto per lenti movimenti di creep o per eluvione delle coltri superficiali. Si evidenzia inoltre la discreta stabilità generale sia dei depositi detritici e sia dei conglomerati. A questi ultimi può solo ascriversi la potenziale deiezione di alcuni massi o blocchi ubicati lungo le pendici. Il secondo settore morfologico, si estende da Costamezza al Piano di Piroli la cui morfologia è condizionata essenzialmente dalla presenza in affioramento di coltri detritiche eterogenee (carbonati mesozoici) con terre rosse che ricoprono unità carbonatiche a tratti affioranti (Unità di Monte Petrella), la cui distinta resistenza all'erosione ha determinato la genesi di morfologie articolate, generalmente risalenti in quota verso nord-est, con angoli di pendio variabili intorno ai 15°-25°. In particolare sono presenti microfrane e macrofrane legate ad un modellamento carsico sia superficiale che profondo. Essi infatti hanno prodotto un complesso reticolo di faglie e fratture lungo le quali si è potuta esplicare l'azione dissolutrice delle acque meteoriche; in particolare la dissoluzione è risultata più intensa lungo le principali linee di faglia e nei punti d'incrocio a maggior grado di fatturazione. Grotte di dimensioni rilevanti si osservano a S. Maria della Noce e a Costamezza.

#### **1.4.4 IDROGEOLOGIA**

Per quanto riguarda l'idrogeologia dell'area in esame si possono distinguere prevalentemente due acquiferi:

**RELAZIONE TECNICA**

- il primo, quello principale, regimentato dal complesso calcareo dolomitico molto permeabile. Infatti dai dati reperibili in letteratura tale formazione riesce a veicolare verso le falde di base circa il 70% delle acque meteoriche con deflussi relativamente veloci. Per quanto riguarda l'andamento della falda di base che definisce la zona satura dell'acquifero, si evidenzia che le letture effettuate nel periodo giugno-settembre 1999, in piezometri, pozzi e sorgenti esistenti in zona, conducono ad ipotizzare un andamento teorico della falda acquifera nei massicci carbonatici caratterizzate da un gradiente idraulico pari a 0.4÷0.5%. In tale modo l'altezza teorica calcolata della superficie piezometrica di base, in asse la tracciato non interferisce con la posizione della galleria.
- il secondo è regimentato dal complesso conglomeratico molto permeabile di Monte Campese tamponato inferiormente dalle formazioni argillose praticamente impermeabili sede di circolazione idrica con venute a giorno alla basse del rilievo. Nei confronti dei rilievi carbonatici prospicienti la Piana, i depositi argillosi (argille caotiche) costituiscono una cinturazione impermeabile, nei cui punti topograficamente più bassi si verifica lo sfioro della falda circolante nei conglomerati.

## **1.5 GEOTECNICA**

### **1.5.1 Caratteizzazione geotecnica**

In base ai risultati delle indagini geotecniche eseguite in sito e delle prove di laboratorio effettuate sui campioni indisturbati, nonché delle informazioni disponibili in bibliografia e/o sulla base di esperienze analoghe, è stato possibile delineare una caratterizzazione geotecnica dei vari litotipi che interferiscono con le opere in progetto. In particolare si fa riferimento alle seguenti unità stratigrafiche procedendo dall'alto verso il basso:

RELAZIONE TECNICA

- TERRENI DI COPERTURA ARGILLOSI.
- CONGLOMERATI;
- ARGILLE DETRITICHE (depositi alluvionali-colluviali);
- ARGILLE CAOTICHE (formazione argillosa);
- ARGILLE CON GESSI (formazione argillosa);
- CALCARI DOLOMITICI.

Il tracciato ha inizio in corrispondenza di depositi alluvionali-colluviali, composti prevalentemente da detriti calcarei in matrice argillosa, e qui si sviluppa per un breve tratto fino a confluire con la galleria naturale nei calcari dolomitici. L'imbocco lato Balzorile della galleria naturale ricade nella formazione delle argille con gessi. Successivamente lungo l'intero tracciato in esame le argille caotiche rappresentano la formazione di base. Le argille detritiche che si rilevano nella parte superiore sono, il più delle volte, la porzione superficiale più alterata della formazione di base. Anche se il diverso grado di alterazione determina un diverso comportamento meccanico, tali terreni possono essere dal punto di vista geotecnico, almeno a livello di caratteristiche fisiche e proprietà indice, inquadrati in maniera unitaria. La galleria artificiale Campese 2 intercetta l'unità dei conglomerati che affiora in corrispondenza del Monte Campese.

La caratterizzazione Geotecnica di dettaglio è svolta nella relazione Geotecnica Generale, dove per ogni formazione sono analizzate e riassunte proprietà fisico-meccaniche dei terreni interessati dal tracciato.

La seguente tabella riporta in sintesi i parametri geotecnici delle unità geotecniche:



**Tabella – Parametri geotecnica di progetto**

<b>Unità</b>	<b><math>\gamma</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b>c<sub>u</sub> [kPa]</b>	<b>c' [kPa]</b>	<b><math>\phi'</math> [°]</b>	<b>E' [MPa]</b>
Copertura argillosa	18.0	40	0 ÷ 5	22÷24	5
Conglomerati	22.0÷24.0	/	20 ÷ 70	35	5000
Argille detritiche	20.0	100 ÷ 150	10 ÷ 40	22 ÷ 26	15 ÷ 20
Argille caotiche	21.0	150 ÷ 200	10 ÷ 40	24 ÷ 28	15 ÷ 35
Argille con gessi	20.0 ÷ 21.0	/	10 ÷ 25	24÷28	10 ÷ 20
Calcari dolomitici	22.0 ÷ 25.0	/	50 ÷ 150	35	5000 ÷8000

I valori delle proprietà geotecniche ottenuti, discussi nella relazione Geotecnica Generale, sono da intendersi come range di valori guida per la progettazione; resta inteso che nelle analisi geotecniche di dettaglio delle opere, essi andranno calibrati con le situazioni specifiche locali oltre che rapportati alla tipologia dell'opera ed alle ipotesi di calcolo assunte.

## RELAZIONE TECNICA

## SISMICA

Il tracciato della strada oggetto della presente relazione tecnica risulta ricadere nell'ambito dei comuni di Formia e Gaeta, già classificati come sismici di II categoria ( $S=9$ ) ai sensi del D.M. 16/01/1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" e della circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 10/04/1997, n. 65 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche", ai sensi della più recente Ordinanza n. 3274 del presidente del Consiglio dei Ministri (G.U. 08/05/2003) vengono riclassificati come ricadenti in zona II.

L'Ordinanza n. 3274 e le relative norme tecniche definiscono su tutto il territorio nazionale 4 zone, ognuna individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Per la zona II, che interessa le opere in argomento, sono indicati i seguenti valori:

ZONA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g/g$ )
II	0,15 – 0,25	<b>0,25</b>

In pratica, le costruzioni nel loro complesso (elementi strutturali e non) non devono subire danni gravi e interruzioni d'uso in conseguenza di eventi sismici che abbiano una probabilità di occorrenza più elevata di quella dell'azione sismica di progetto (SLD).

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, pur subendo danni di grave entità agli elementi strutturali e non, le costruzioni in generale devono comunque mantenere una residua resistenza e rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali e l'intera capacità portante nei confronti dei carichi verticali (SLU).

In particolare, relativamente ai ponti:

**RELAZIONE TECNICA**

- A seguito di un evento sismico di forte intensità, caratterizzato da un periodo medio di ritorno  $\geq 475$  anni, i danni strutturali subiti dal ponte sono tali da non compromettere la transitabilità e di consentire una capacità ridotta di traffico sufficiente per le operazioni di soccorso post – sisma (SLU);
- A seguito di eventi sismici con periodo di ritorno  $\geq 150$  ma  $< 475$  anni, che hanno pertanto probabilità di ripetersi più di una volta nel corso della vita dell'opera, i danni strutturali sono di entità trascurabile, tali da non richiedere alcuna riduzione del traffico né interventi urgenti di ripristino (SLD).

Il livello di protezione antisismica dei ponti è differenziato a seconda dell'importanza della singola opera; si definisce pertanto un *fattore di importanza*  $\alpha_1$ , che può assumere due valori secondo la seguente tabella:

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Fattore di importanza <math>\alpha_1</math></b>
I	Ponti di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione e il cui collasso potrebbe causare un alto numero di vittime	1,3
II	Ponti di importanza normale	1

I ponti inseriti nella presente progettazione, per la loro ubicazione e tipologia sono ritenuti di categoria I, pertanto ai fini della loro calcolo si assumerà un coefficiente  $\alpha_1 = 1,3$ .

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è necessario individuare la categoria del suolo di fondazione delle opere, secondo quanto segue:

- A. Formazioni litoidi o terreni omogenei;
- B. Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti;
- C. Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o di argille di media rigidezza;

RELAZIONE TECNICA

- D. Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti;
- E. Profili del terreno costituiti da strati superficiali alluvionali.

Si definiscono, al fine della definizione dell'azione sismica di progetto:

- il valore dell'accelerazione orizzontale del suolo:  $a_g = 0.05-0.35$  g, a seconda della categoria di zona sismica;
- il valore dello spettro di risposta elastico:  $S=1.25$ . Sulla base dei dati disponibili, le opere previste lungo il tracciato ricadono in categoria di suolo tipo E fino alla fine della Galleria naturale Costamezza e successivamente in categoria di suolo tipo C.

Tale classificazione è supportata dal sulla base del valore  $V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$  ottenuto mediante

prove di propagazione delle onde di taglio (di  $N_{SPT}$ ).

Mediante i coefficienti di cui sopra è possibile definire lo spettro di risposta elastico (sia per la componente orizzontale che per quella verticale), costituito da una forma spettrale (spettro normalizzato) considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore della accelerazione massima ( $a_g S$ ) del terreno che caratterizza il sito.

Si definiscono inoltre gli spettri di progetto per lo stato limite di collasso: per evitare analisi non lineari, le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso un fattore riduttivo delle forze elastiche, denominato fattore di struttura  $q$ .

Per lo stato limite di danno (SLD) lo spettro di progetto sarà ottenuto dallo spettro elastico diviso per un fattore pari a 2,5.

L'azione sismica, ai fini del progetto e della verifica dei ponti è costituita da 3 componenti: due orizzontali e una verticale. Quella verticale può essere però trascurata per ponti di luce < 60 m, pertanto nella progettazione delle opere d'arte afferenti alla variante della strada pedemontana di Formia si utilizzeranno soltanto le due componenti orizzontali.

RELAZIONE TECNICA

Eseguendo l'analisi della risposta in campo lineare, gli effetti devono essere combinati secondo la seguente espressione:  $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$

Ai fini delle verifiche di resistenza e di duttilità per lo SLU le azioni da considerare agenti simultaneamente a quella sismica sono solo quelle dovute ai carichi permanenti, secondo l'espressione:  $F = \alpha_1 E + G_k + P_k$

$\alpha_1 E$  = azione sismica per lo stato limite in esame

$G_k$  = carichi permanenti al loro valore caratteristico

$P_k$  = valore caratteristico della precompressione a cadute di tensione avvenute

Il dimensionamento degli elementi strutturali seguirà il **metodo GR**, criterio della gerarchia delle resistenze, consistente nella determinazione delle azioni di progetto per i meccanismi e per gli elementi strutturali che devono mantenersi in regime elastico lineare sotto l'azione sismica di progetto, assumendo che in tutte le zone in cui è prevista la formazione di cerniere plastiche agiscano momenti flettenti da considerare frattali superiori degli effettivi momenti resistenti.

I dispositivi di appoggio che si adotteranno, sostanzialmente, possono essere classificati come fissi e mobili:

- *Appoggi fissi*: essi saranno dimensionati mediante il criterio GR, in quanto devono essere in grado di trasmettere, mantenendo la piena funzionalità, forze orizzontali tali da generare nelle sezioni critiche della pila un momento flettente pari a  $\alpha_0 M_{Rd}$ , dove  $M_{Rd}$  è il momento resistente delle sezioni critiche.
- *Appoggi mobili*: essi devono consentire, mantenendo la piena funzionalità, gli spostamenti massimi in presenza dell'azione sismica di progetto (SLU).

I ponti e i viadotti di cui alla presente relazione, per le loro caratteristiche strutturali (impalcati a travi prefabbricate in c.a.p. in semplice appoggio) e per le luci contenute, **non presenteranno dispositivi per l'isolamento sismico**.

RELAZIONE TECNICA

Si utilizzeranno invece ritegni antisismici (definiti *collegamenti* nell'Ordinanza 3274) aventi la finalità di limitare gli spostamenti degli impalcati del tipo "a chiave di taglio" per gli spostamenti trasversali, e del tipo ammortizzante in gomma per quelli longitudinali.

Tali elementi, comunque, non avranno funzione di trasmissione delle azioni orizzontali dall'impalcato alla pila (o spalla), in quanto, come specificato in precedenza, tale compito è affidato agli apparecchi di appoggio di tipo fisso.

Le *strutture di fondazione* saranno progettate per rimanere in fase elastica, ove possibile, e comunque con deformazioni residue trascurabili sotto l'azione sismica di progetto per SLU.

Relativamente al terreno di fondazione, si verifica la suscettibilità a *liquefazione*, che denota la possibilità di diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidità causato dall'aumento della pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative e di annullare addirittura gli sforzi efficaci del terreno.

Il pericolo di liquefazione può essere trascurato quando  $Sa_g < 0,15g$  e al contempo la sabbia in esame soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:

- Contenuto in argilla  $> 20\%$  con indice di plasticità  $> 10$ ;
- Contenuto di limo  $> 35\%$  e resistenza  $N_1(60) > 20$ ;
- Frazione fine trascurabile e  $N_1(60) > 25$ ;

Relativamente ai terreni interessati dalle opere, non vi è pericolo di liquefazione.

Per le strutture progettate per alta duttilità ( $CD = A$ ) il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del terreno saranno eseguite assumendo come sollecitazioni agenti le resistenze degli elementi soprastanti.

Per le strutture progettate per bassa duttilità ( $CD = B$ ) il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del terreno saranno eseguite assumendo come sollecitazioni agenti quelle ottenute dall'analisi elastica.

I *pali di fondazione* saranno progettati in modo da resistere ai seguenti tipi di sollecitazione:

- *Forze inerziali*, trasmesse dalla sovrastruttura;
- *Forze cinematiche*, derivanti dalla deformazione del terreno circostante in seguito al passaggio delle onde sismiche.

Le *opere di sostegno del terreno* necessarie per la realizzazione della strada in progetto, quali muri, berlinesi e paratie, sono concepite e progettate in modo da espletare la loro funzione sia durante che dopo il terremoto di progetto, senza subire danni significativi. A tal fine, il materiale di riporto a tergo della struttura (ove presente) avrà granulometria controllata e sarà addensato in sito; anche eventuali sistemi di drenaggio saranno in grado di mantenere la propria funzionalità anche in seguito a scuotimento del terreno.

Per la tipologia ordinaria delle opere di sostegno si farà ricorso all'analisi pseudo – statica.

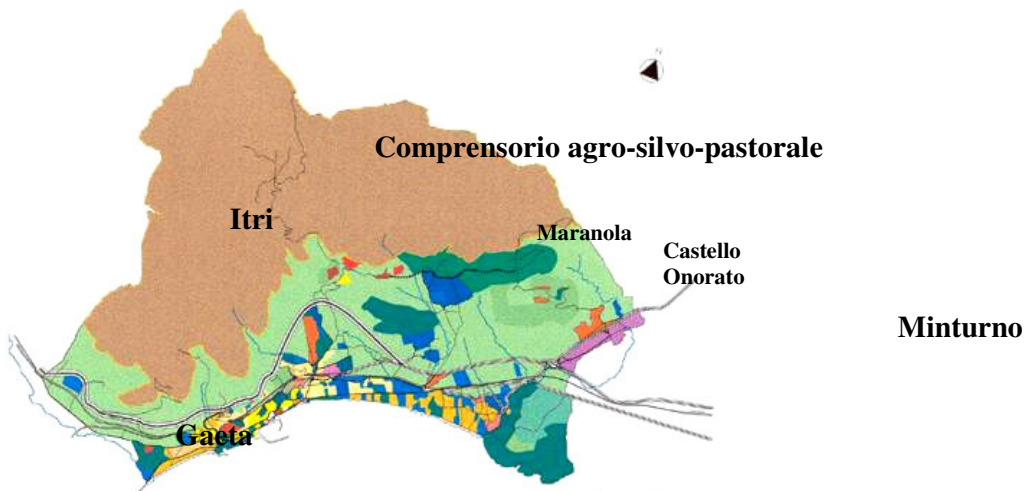
## **1.6 USO DEL SUOLO**

### ***La strumentazione urbanistica.***

Il progetto ricade per la quasi totalità del tracciato all'interno del Comune di Formia, mentre interessa, per un breve tratto iniziale, il territorio del Comune di Gaeta.

Il Piano Regolatore Generale del Comune di Formia, redatto nel 1974 dall'Arch. Eugenio M. Rossi, risulta vigente dal 1980.

Fig. 12



La figura sopra riportata mostra uno sviluppo edilizio e viario essenzialmente parallelo alla costa con tentativi di espansione di nuclei residenziali sui modesti rilievi collinari (Maranola e Castello Onorato – poco al di sotto dei 300 m s.l.m.) a nord del centro abitato, ove l'orografia del territorio ha permesso una più agevole propagazione del tessuto edilizio.

Per il presente studio, si fornisce un quadro della vigente pianificazione territoriale accorpando le suddivisioni all'interno delle varie Zone (es.: A1, A2, A3, ecc...) che caratterizzano la ripartizione dell'assetto pianificato del territorio comunale.



RELAZIONE TECNICA

Si evidenzia inoltre il comprensorio silvo-pastorale, il quale si estende oltre quota 300 m s.l.m. ed è tutelato in base all'art. 34 delle N.T.A. del P.R.G. di Formia; tale articolo prevede che le aree boscate rilevabili come esistenti «...*alla data di adozione del P.R.G., si intendono localmente salvaguardate, con il tassativo divieto di deturpare, depauperare e procedere al taglio delle essenze arboree.*».

In dettaglio, procedendo da ovest verso est, il tracciato stradale prevede un primo tratto in superficie con uno svincolo che permette il collegamento alla SS n.7 Appia. Tale tratto iniziale attraversa l'area nel Comune di Gaeta ed interferisce con la zona a destinazione d'uso industriale (Zona D4) relativa al Consorzio di sviluppo industriale pontino; tale zona viene infatti interessata dal nuovo tracciato e dal ramo di svincolo di collegamento all'Appia attuale.

Proseguendo verso est inizia un lungo tratto in galleria naturale (dalla sezione 16 alla sezione 228) nel territorio comunale di Formia che si snoda tra la località Puntone per poi attraversare le prime pendici nord-occidentali del rilievo di Costamezza e proseguire per Monte di Mola. In tale tratto (in comune di Formia) il tracciato viario attraversa una vasta zona ad uso agricolo (Zona E1) ed aree relative al comprensorio silvo-pastorale, ma sempre in galleria naturale e quindi con interferenze irrilevanti se non agli imbocchi est della galleria che risultano ubicati all'interno della zona agricola E1.

All'imbocco est della galleria naturale il tracciato prosegue nell'attraversamento della zona agricola di Formia (E1) con tratti in trincea e due attraversamenti in ponte. All'altezza della sezione 240, sempre in zona agricola, il progetto in esame prevede un breve tratto da realizzarsi come galleria artificiale (– galleria Balzorile 1), il cui sviluppo è per gran parte in territorio a vocazione agricola, mentre per una esigua porzione, in prossimità dell'imbocco est, la galleria attraversa perpendicolarmente una viabilità di progetto riportata dal PRG ed una zona di espansione residenziale soggetta a piano particolareggiato (C1) che tuttavia non risulta attuata, né è vigente uno strumento preventivo. Anche il tratto all'aperto che

RELAZIONE TECNICA

segue (dalla sezione 246 alla sezione 249 circa) con tratti in trincea e con l'attraversamento del fosso di Balzorile tramite un ponte, attraversa la zona di espansione residenziale menzionata.

All'altezza della sezione 249, l'opera in progetto, continua ad attraversare il territorio prima in galleria artificiale (Galleria "Balzorile 2" ), poi in superficie e poi di nuovo con due gallerie artificiali poste in sequenza, Galleria Monte Campese 1 e Galleria Monte Campese 2.

La prima galleria artificiale (Balzorile 2) sottopassa, e quindi interferisce con l'area di piano particolareggiato residenziale (C1) e a servizi generali per il privato (F2) – fino alla strada provinciale Maranola-Castellonorato.

Il secondo tratto in superficie e quello che segue delle due gallerie artificiali Monte Campese sono in gran parte in zona agricola E1, interessando solo marginalmente un Piano di Zona. All'imbocco ovest della galleria Monte Campese 2 la viabilità di progetto prosegue in superficie e interferisce in parte con un Piano di Zona ex L.167/67 posto più ad ovest in località "Acqualonga".

In località Acqualonga il tracciato, dopo aver attraversato l'area del Piano di Zona ed una porzione di territorio destinata a servizi generali pubblici (F1), attraversa nuovamente una zona agricola (E1) da sezione 336 a sezione 361 dove, al confine con il torrente Acquatraversa, attraversato con un ponte, inizia la zona industriale del Consorzio di Sviluppo Industriale del Sud Pontino; l'area industriale, caratterizzata dalla presenza di una zona industriale D e da una zona a servizi F1 viene attraversata obliquamente dal tracciato di progetto che in questo tratto procede in superficie. A questo punto la variante si innesta sull'attuale sedime della Strada Statale Appia per poi sovrapporsi alla fascia di rispetto dell'Appia bis Formia-Garigliano e sostanzialmente mantenendosi in sovrapposizione all'esistente.

RELAZIONE TECNICA

Di seguito si riportano gli stralci dalle Norme Tecniche di Attuazione del P.R.G. con le prescrizioni per le aree che sono direttamente interessate dal tracciato.

art. 28:

*sottozona di espansione residenziale "C1" comparto edificatorio località "Piana".  
Destinazione d'uso residenziale.*

*-modalità attuative: piani particolareggiati di iniziativa comunale;*

*-indice di fabbricazione territoriale 1 mc/mq;*

*-altezza delle costruzioni ml. 14,00; sono ammesse altezze maggiori da stabilire volta per volta nella sede urbanistica attuativa;*

*-distacchi tra confini ml. 7,00;*

*-distacchi tra pareti finestrate ml. 14,00;*

*-standards urbanistici e distacchi dalle strade in conformità al D.M. 2.4.68 per le zone territoriali omogenee "C".*

art. 33:

*1) Sottozona agricola E1.*

*-indice di fabbricazione fondiario 0,07 mc/mq, di cui lo 0,03 da riservare alle residenze agricole e lo 0,04 agli accessori per la conduzione del fondo; altezza massima delle costruzioni ml. 6,60; distacchi minimi dai confini pari alle altezze delle costruzioni; distacchi delle costruzioni dalla viabilità come D.M. 1.4.68; lotto minimo edificabile Ha 1. Nella sottozona in questione parte dell'indice di fabbricazione fondiaria complessivo, nella misura non superiore a 0,02 mc/mq, può essere utilizzato senza soggiacere alla prescrizione del lotto minimo, allo scopo di consentire manufatti strettamente necessari all'esercizio dell'attività agricola, sempre che l'entità della superficie da asservire a tali manufatti non sia inferiore a ml 2.000.*

[.....]

art. 34:

*Sottozone agricole silvo-pastorali oltre la quota ml 300 s.l.m. esclusa la sottozona vincolata a "parco naturale". Nella sottozona al titolo i parametri di utilizzazione sono i seguenti:*

RELAZIONE TECNICA

*-indice di fabbricazione territoriale 0,001 mc/mq;*

*-altezze delle costruzioni ml 3,50;*

*-distacchi dalle strade in conformità al D.M. 1.4.68;*

*-sono consentite modeste costruzioni per il ricovero degli attrezzi e degli animali, con altezza massima di ml 3,50 in ragione di mc 50/ha.*

*Per tali ultime costruzioni che si avvalgono del predetto rapporto di cubatura è fatto obbligo, nella sede della domanda per la concessione edilizia, di vincolare le stesse alla destinazione d'uso prescritta, previo divieto di cambiare destinazione anche in futuro.*

*Nella sottozona in questione è tassativamente vietato l'accorpamento dei volumi.*

*Le aree boscate esistenti nel comprensorio, come rilevabili alla data di adozione del P.R.G., si intendono totalmente salvaguardate, con il tassativo divieto di deturpare, depauperare e procedere al taglio delle essenze arboree. Si richiamano in proposito le leggi statali e regionali vigenti.*

art. 36:

*Sottozona F, servizi di interesse pubblico generale a servizi privati di interesse collettivo.*

*A) Sottozona F1 – Servizi generali pubblici*

*-interventi tramite piano particolareggiato;*

*-indice di fabbricazione territoriale 2 mc/mq; indice di fabbricazione fondiario 2,40 mc/mq; rapporto di copertura 2/3; altezze massime delle costruzioni ml 15; distacchi dai confini ml 7,50; distanza minima tra i fabbricati ml 10.*

*B) Sottozona F2 – Servizi generali privati di interesse collettivo*

*Destinazione d'uso case di cura, istituti, edifici di istruzione, religiosi, del tempo libero e dello sport, pubblici locali etc...; modalità attuative lottizzazioni convenzionate; indice di fabbricazione territoriale 0,50 mc/mq; indice di fabbricazione fondiaria 0,60 mc/mq; rapporto di copertura 1/5; altezza massima delle costruzioni ml. 7,0; numero piani f.t. 2; distanza assoluta tra edifici ml. 10,00; distacchi dai confini ml. 7,00.*

*C) Sottozona F3, parco pubblico e parco pubblico di interesse paesaggistico ed archeologico.*

**RELAZIONE TECNICA**

-Destinazione d'uso a parco alberato con la tassativa esclusione di ogni attività edificatoria anche se a carattere pubblico; attuazione tramite piano particolareggiato di iniziativa comunale; nelle sottozone a parco pubblico di interesse archeologico il piano attuativo deve essere sottoposto all'approvazione della competente Soprintendenza alle Antichità; le costruzioni che ricadono nell'ambito delle sottozone ed esistenti alla data di adozione del P.R.G., legittimamente realizzate, conservano le destinazioni d'uso riferite alla predetta data: per le medesime costruzioni sono consentiti soltanto lavori di ordinaria e straordinaria manutenzione, senza alterazione dei volumi e delle altezze e delle destinazioni d'uso.

**1.7 ARCHEOLOGIA**

Lo studio del territorio interessato è stato finalizzato a riconoscere le dinamiche insediative di età antica e post-antica promotrici di eventuali fenomeni di antropizzazione del territorio percepibili attraverso la conservazione di tracce archeologiche quali strutture, frammenti fittili presenti in superficie, conservazione di toponimi sospetti e, per l'età post-antica, edifici di importanza storica e architettonica.

La ricerca si è svolta effettuando indagini di diverso tipo da cui è scaturita una interpretazione dell'estensione e delle caratteristiche delle presenze archeologiche e storiche

La fase di acquisizione dati ha compreso sostanzialmente tre momenti principali.

Nel primo si è proceduto ad una approfondita ricerca bibliografica in biblioteche archeologiche specializzate consultando testi monografici e riviste specialistiche.

La seconda fase è consistita nella consultazione della documentazione conservata presso la Soprintendenza Archeologica per il Lazio.

Tutte le informazioni così raccolte hanno condotto alla redazione della carta delle presenze archeologiche ed alla valutazione del rischio archeologico assoluto e relativo.

Il territorio interessato dal progetto infrastrutturale è localizzato nella parte a monte della fascia costiera e della via Appia.

Dal punto di vista storico l'area in esame, in cui si inserisce la città di Formia con il suo territorio, riveste un'importanza notevole ed altrettanto considerevoli sono i resti archeologici emergenti, esistenti o attestati dalle fonti.

### **1.7.1 LE INDAGINI ARCHEOLOGICHE**

La ricerca bibliografica per il territorio in esame è stata effettuata nelle biblioteche archeologiche specializzate, quali l'Istituto Archeologico Germanico di Roma, l'Ecole Francaise de Rome, l'Accademia Americana di Roma.

La ricerca d'archivio è risultata di primaria importanza per l'acquisizione di elementi non disponibili nell'informazione edita in pubblicazioni scientifiche specializzate,

Per il lavoro in oggetto la documentazione messa a disposizione dalla Soprintendenza Archeologica per il Lazio è consistita nelle Carte Tecnico Regionali 1:10000 (CTR Itri sezione n. 415110, CTR Formia sezione n. 415120, CTR Gaeta sezione n. 415150) su cui sono riportate le evidenze archeologiche e storiche rilevate e conosciute dalla Soprintendenza e sono perimetrare le aree oggetto di tutela da parte della Soprintendenza. Gli elementi visionati sono i dati ufficiali forniti dalla Soprintendenza alla Regione Lazio per la redazione del Piano Territoriale Paesistico e sono stati fondamentali soprattutto per un corretto posizionamento delle evidenze in gran parte già note attraverso la ricerca bibliografica.

La fase di ricerca d'archivio ha previsto anche l'acquisizione delle pratiche di vincoli emessi per la porzione di territorio in esame. Dopo attenta verifica è risultato che la parte interessata direttamente dalla realizzazione della strada non è sottoposta a provvedimenti di tutela già formalizzati, non esistono perciò aree vincolate ai sensi della legge 1089/39 o di altri provvedimenti legislativi di tutela. Essa rientra però nell'area definita attualmente dalla Soprintendenza di "interesse archeologico".

Per riportare in maniera sistematica e sintetica le notizie raccolte sulle singole evidenze e siti archeologici, è stata utilizzata una scheda standard in uso per lavori di questo tipo. La

numerazione delle schede è progressiva e corrisponde alla numerazione dei siti ed evidenze archeologiche riportate sulle carte.

## **1.7.2 VALUTAZIONE DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO**

### **1.7.2.1 Valutazione del rischio archeologico assoluto**

Il rischio assoluto esprime un maggiore o minore rischio archeologico cui sono soggetti i siti e le evidenze presenti all'interno di un territorio indipendentemente dalla localizzazione dei tracciati stradali in progetto e delle opere connesse.

Per la valutazione e la successiva redazione della carta del rischio assoluto si è presa in considerazione una fascia molto ampia a cavallo del tracciato stradale di progetto.

Premettendo che il territorio in esame è sottoposto in generale ad una significativa criticità archeologica connessa con le stesse caratteristiche storiche dell'area, sono state considerate tre categorie di rischio archeologico assoluto: alto, basso, nullo.,

Rischio archeologico assoluto alto:

Primo settore: tratto dallo svincolo di Itri all'imbocco ovest della galleria Costamezza.

Secondo settore: area nei pressi della Tomba di Cicerone.

Terzo settore: area urbana di Formia a monte del Porto turistico.

Quarto settore: area nei pressi del santuario della Madonna delle Noci.

Quinto settore: settore: area urbana di Formia ad est dello Stadio.

Sesto settore: area compresa tra l'attuale Via Appia e Monte Campese.

Rischio archeologico assoluto basso:

Primo settore: tratto compreso tra la Galleria Balzorile 2 e la Galleria Monte Campese 1.

***1.7.2.2 Valutazione del rischio archeologico relativo e valutazione delle prescrizioni e delle indagini preventive per le successive fasi progettuali e realizzative***

La valutazione del rischio archeologico relativo ha preso in considerazione l'interferenza potenzialmente esistente fra le diverse evidenze sottoposte a rischio assoluto e il tracciato stradale, nei diversi tratti, con eventuali opere connesse. In questo tipo di valutazione diventa molto importante considerare la tipologia del tracciato, oltre alla distanza dei siti e delle evidenze archeologiche dal tracciato stesso, inoltre le possibili estensioni di aree archeologiche che possano essere intercettate dalle opere infrastrutturali da realizzare.

Sulla base di questo e di quanto esposto fino ad ora sono state considerate quattro categorie di rischio archeologico relativo: alto, medio, basso e nullo e si sono individuati i seguenti tratti del tracciato sottoposti alle diverse categorie di rischio archeologico relativo. In genere i segmenti con andamento in galleria naturale sono stati considerati sempre sottoposti a rischio nullo in quanto le opere da realizzare non sembrano incidere sugli strati potenzialmente interessati da depositi archeologici.

Perciò eliminando dalla valutazione del rischio relativo tutto il tratto in galleria molto esteso della galleria Costamezza, si sono considerati gli altri segmenti:

1. Il primo segmento del corridoio stradale fino all'imbocco della galleria Costamezza si considera sottoposto ad un alto rischio archeologico relativo. Nelle valutazioni archeologiche preliminari alla realizzazione di infrastrutture grande attenzione occorre infatti prestare agli antichi tracciati viari attestati ed alle eventuali altre presenze collegate, che potrebbero essere intercettate dall'infrastruttura in fase di realizzazione. La realizzazione delle rampe di svincolo e delle vaste aree di cantiere collegate all'opera suggerisce di considerare tale area sottoposta ad un alto rischio relativo. Sarà opportuno prevedere nelle successive fasi progettuali la predisposizione di indagini archeologiche preliminari da concretizzarsi attraverso la realizzazione di trincee archeologiche da concordarsi, per ciò che riguarda disposizione e profondità di indagine, con la Soprintendenza competente per territorio. Inoltre tutte le operazioni di scavo per la



realizzazione delle opere stradali dovranno svolgersi sotto l'alta sorveglianza di un archeologo.

2. Il secondo settore del corridoio stradale preso in considerazione, per il quale si ha un rischio basso, ha inizio dall'imbocco ovest della galleria artificiale Balzorile 2 fino all'imbocco ovest della galleria artificiale Campese 1. Esso è considerato sottoposto ad un basso rischio archeologico relativo solo nel punto corrispondente all'evidenza n. 33 (resti di mura poligonali) per la tipologia delle opere da realizzare e per la tipologia della struttura archeologica interessata distante circa 100 metri dal tracciato. Si ritiene comunque opportuna la presenza di un archeologo in cantiere durante le fasi di scavo per la realizzazione delle opere in progetto.

3. Il terzo settore ha inizio dall'imbocco ovest della galleria artificiale Campese 2 e termina all'inizio del tratto in adeguamento dell'Appia.

Questo è il segmento di corridoio più a rischio per quanto riguarda l'archeologia. Infatti a cavallo del tracciato da realizzare e ad esso molto vicine si dispongono le evidenze nn. 51, 39, 47. Le prime due sono resti di mura poligonali (nn. 51, 39), l'altra è ciò che resta di una villa romana (n. 47). Tutta l'area attraversata è stata considerata ad alto rischio archeologico.

Anche per tutto questo tratto di strada sarà opportuno prevedere nelle successive fasi progettuali la predisposizione di indagini archeologiche preliminari da concretizzarsi attraverso la realizzazione di trincee archeologiche da concordarsi, per ciò che riguarda disposizione e profondità di indagine, con la Soprintendenza competente per territorio. Inoltre tutte le operazioni di scavo per la realizzazione delle opere stradali e di quelle connesse dovranno svolgersi sotto l'alta sorveglianza di un archeologo.

## 2 II PARTE

### 2.1 GEOMETRIA DEL TRACCIATO PRESCELTO

Il presente paragrafo ha lo scopo di illustrare le principali scelte di tipo tecnico che hanno portato alla redazione del presente tracciato stradale, secondo le indicazioni del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 Novembre 2001 recante le “*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*”.

L’obiettivo della progettazione, fatti salvi tutti i vincoli esistenti sul territorio interessato dall’intervento, è stato quello di sviluppare un tracciato volto a garantire gli standard di sicurezza e di riduzione dell’inquinamento acustico ed atmosferico secondo le norme attualmente in vigore.

La tipologia di strada scelta, scaturita dallo studio di tipo pianificatorio e di sviluppo strategico dell’area oggetto dell’intervento, è una autostrada extraurbana tipo A, le cui caratteristiche principali sono riassunte nella seguente tabella:

Limite di Velocità	130 <i>km/h</i>
Num. Corsie per senso di marcia	2
Larghezza min. corsia	3.75 <i>m</i>
Intervallo Vel. Progetto	Min. 90 <i>km/h</i> Max. 140 <i>km/h</i>
Livello di Servizio	B
Portata di Servizio per corsia	1100 <i>Autoveic. Equiv./h</i>
Regolazione della sosta	Ammessa in apposite piazzole ogni 1000 <i>m</i>

RELAZIONE TECNICA

Traffico Pedonale	Non ammesso
Accessi	Esclusi

### **2.1.1 Sezione tipo Organizzazione della Sede stradale**

La tipologia A in ambito extraurbano, prevede due corsie per senso di marcia di larghezza  $3,75m$  affiancate in sinistra da una banchina larga  $0,7$ , in destra da una corsia di emergenza larga  $3,00m$ . In mezzzeria della carreggiata viene riservato uno spartitraffico di  $3,10m$  per l'alloggiamento dei dispositivi di ritenuta atti a separare le due carreggiate marcianti in senso opposto ed a evitare fenomeni di abbagliamento tra i veicoli.

In tal modo la larghezza totale della piattaforma stradale è di  $25,50$  metri

Lungo lo sviluppo del tracciato sono state previste delle piazzole di sosta nei due sensi di marcia circa ogni  $1000m$  di dimensioni  $65 \times 3,50m$  (lunghezza x larghezza).

In corrispondenza di carreggiate in opere d'arte, siano essi viadotti o sottopassi o gallerie, vengono mantenute invariate le dimensioni degli elementi costituenti la piattaforma stradale appena descritta. Le strutture di sostegno dell'opera di scavalco sono previste al di fuori della stessa piattaforma e comunque a distanza non inferiore a quella compatibile con il corretto funzionamento dei dispositivi di ritenuta. Come prescritto dalle Norme viene prevista una altezza libera di  $5,00m$ , misurata sulla verticale a partire da qualsiasi punto della carreggiata stradale sottostante.

Per quanto riguarda gli attraversamenti in galleria, in ottemperanza a quanto prevedono le Norme per le strade di categoria A, il progetto prevede una composizione delle stesse a doppio foro, dove la sezione, mantenendo invariate le larghezze delle corsie di marcia e di emergenza, è delimitata al margine destro e sinistro da un manufatto avente profilo ridirettivo uno spazio riservato agli impianti tecnologici, di sicurezza, ecc., protetti dal profilo ridirettivo rigidamente collegato alla fondazione stradale. All'interno delle gallerie vengono rispettate le altezze minime di  $5,00m$  dal punto minimo delle corsie di marcia e di sorpasso e di  $4,80m$  dal punto minimo della banchina.

Per le gallerie sono previste piazzole di sosta ogni  $600m$  aventi dimensioni minime di  $45 \times 3m$ , inoltre tra i due fornici sono previsti collegamenti pedonali ogni  $300m$  e

collegamenti per il passaggio dei veicoli di soccorso o per il cambio di carreggiata in caso di manutenzione ogni 900m tutti presidiati da portoni tagliafuoco.

Nel seguito vengono sintetizzati i criteri di scelta degli elementi costituenti il tracciato planimetrico ed altimetrico, in particolar modo dando dei valori minimi e massimi all'interno del quale sono state fatte le scelte di tracciato.

### **2.1.2 Andamento planimetrico dell'asse**

In linea generale l'intervento è costituito dalla realizzazione di una nuova sede stradale che si sviluppa con tratti all'aperto per circa 4,439 km e tratti in galleria per complessivi 6,442 km. Nel tratto che va dall'attraversamento del torrente Acquatraversa in località Acqualonga, allo svincolo di Santacroce l'autostrada si sovrappone al sedime dell'attuale S.S. n. 7 Appia-bis, in questo caso, sono state progettate due strade locali in affiancamento alla strada per garantire la continuità dell'attuale viabilità cittadina. La lunghezza totale del tracciato è di circa 11,046km.

Per esigenze di esecuzione dei due fornicci, all'imbocco della galleria naturale provenendo dallo svincolo di S. Croce, la sezione stradale è larga circa 32,00m. Per ottenere un graduale passaggio dalla larghezza della sezione all'aperto a quella all'imbocco sono stati studiati separatamente gli assi della carreggiata di monte e di valle, nel tratto in cui si ha transizione. Sono stati tracciati in definitiva tre assi, l'asse principale in mezzzeria delle carreggiate, sulla base del quale si sono effettuate le verifiche principali della normativa, l'asse della carreggiata di monte e quella di valle e estendendo anche per questi assi la verifica della norma.

#### **2.1.2.1 Rettifili**

La normativa impone l'adozione di un intervallo di valori minimo e massimo per la scelta dei rettifili: in funzione della corretta percezione dell'elemento il primo, per evitare il superamento delle velocità consentite e ridurre l'abbagliamento notturno il secondo.

RELAZIONE TECNICA

In definitiva l'intervallo di valori adottati è il seguente:

- Lunghezza minima : 360m;
- Lunghezza massima : 3080m.

Proprio per evitare il superamento del limite massimo, nel tratto in galleria naturale è stato inserito un doppio flesso che ha permesso di ridurre la lunghezza del rettilineo entro la norma.

### **2.1.2.2 Raccordi Circolari**

La scelta dei valori minimi dei raggi planimetrici deriva da limitazioni imposte dalle norme. Infatti essa va fatta considerando due situazioni ben definite: la prima è il rapporto tra il raggio della curva circolare rispetto agli elementi planimetrici che gli succedono lungo il tracciato, siano essi altre curve circolari aventi raggi superiori o inferiori o rettilineo; la seconda riguarda invece limitazioni imposte dall'analisi del diagramma di velocità.

Lo studio congiunto dei vincoli esposti ha portato all'adozione dei seguenti valori del raggio minimo:

- Raggio minimo : 807m.

### **2.1.2.3 Curve a raggio variabile**

L'elemento a curvatura variabile scelto è la clotoide, esso viene sempre utilizzato allo scopo di ridurre la variazione di accelerazione centrifuga (contraccolpo) nel passaggio tra elementi a curvatura differente, per limitare la pendenza longitudinale delle linee di

estremità della piattaforma e per garantire una corretta percezione ottica dell'andamento del tracciato, condizione necessaria per avere standard di sicurezza ottimali.

Non è possibile fornire dei valori minimi e massimi assoluti perché la scelta dei parametri ottimali, calcolati mediante procedura automatica, è fatta in funzione dei singoli elementi planimetrici in cui le clotoidi si collocano. Si precisa che i parametri sono stati verificati per tutti e tre gli assi tracciati

#### ***2.1.2.4 Pendenze trasversali degli elementi planimetrici***

Il valore minimo da adottare in rettilineo, per ragioni legate allo smaltimento delle acque di piattaforma, è stabilito dalla norma nel 2,5%, con centro di rotazione della piattaforma separato per le due carreggiate e posto in corrispondenza della striscia che delimita la banchina in sinistra (rispetto al senso di marcia del veicolo).

Per quanto riguarda il valore massimo da non superare nelle curve planimetriche, le norme impongono il valore del 7% ottenuto mediante considerazioni di equilibrio dinamico del veicolo viaggiante in curva e funzione della velocità di progetto adottata e del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente, anch'esso funzione della velocità di progetto.

#### ***2.1.2.5 Allargamento della carreggiata in curva***

Nel nostro caso l'allargamento in curva, necessario per garantire la sicura iscrizione in curva dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato, è inferiore ai 20cm, perciò la norma prevede di conservare la larghezza della carreggiata in rettilineo.

**2.1.2.6 Tabella di sintesi degli elementi planimetrici**

SI riportano in una tabella di sintesi gli elementi planimetrici del tracciato, con l'indicazione per ogni elemento (rettifilo, curva, clotoidi, ecc.) delle caratteristiche essenziali ai fini della verifica della normativa.

<b>TABELLA RIEPILOGATIVA TRACCIATO SELEZIONATO</b>						
ELEMENTO	PROGRESSIVE (km)		Raggio (m)	Parametro A	Sviluppo (m)	NORMATIVA
RACCORDO CIRCOLARE	Entrata	0+000,00	2100	-	758,67	Rmin = 392,25
	Uscita	0+758,67				
CLOTOIDE	Entrata	0+758,67	-	700,00	233,33	Amin = 700,00
	Uscita	0+992,00				
RETTIFILO	Entrata	0+992,00	-	-	682,70	Lmin = 360,00 Lmax = 3080,00
	Uscita	1+674,70				
ELEMENTO	PROGRESSIVE (km)		Raggio (m)	Parametro A	Sviluppo (m)	NORMATIVA
CLOTOIDE	Entrata	1+674,70	-	918,48	324,46	Amin = 867
	Uscita	1+999,16				
RACCORDO CIRCOLARE	Entrata	1+999,16	2600	-	219,22	Rmin = 405,98
	Uscita	2+218,38				
CLOTOIDE	Entrata	2+218,38	-	918,48	324,46	Amin = 867
	Uscita	2+542,84				
CLOTOIDE	Entrata	2+542,84	-	918,48	324,46	Amin = 867
	Uscita	2+867,30				
RACCORDO CIRCOLARE	Entrata	2+867,30	2600	-	718,65	Rmin = 405,98
	Uscita	3+585,95				



## RELAZIONE TECNICA

CLOTOIDE	Entrata	3+585,95	-	918,48	324,46	Amin = 867
	Uscita	3+910,41				
CLOTOIDE	Entrata	3+910,41	-	954,88	350,69	Amin = 867
	Uscita	4+261,10				
RACCORDO CIRCOLARE	Entrata	4+261,10	2600	-	227,54	Rmin = 405,98
	Uscita	4+488,64				
CLOTOIDE	Entrata	4+488,64	-	900,00	311,54	Amin = 867
	Uscita	4+800,18				
RETTIFILO	Entrata	4+800,18	-	-	681,86	Lmin = 360,00 Lmax = 3080,00
	Uscita	5+482,04				
CLOTOIDE	Entrata	5+482,04	-	900,00	315,18	Amin = 857
	Uscita	5+797,22				
RACCORDO CIRCOLARE	Entrata	5+797,22	2570	-	1241,12	Rmin = 405,98
	Uscita	7+038,34				
CLOTOIDE	Entrata	7+038,34	-	900,00	315,18	Amin = 857
	Uscita	7+353,52				
RETTIFILO	Entrata	7+353,52	-	-	425,21	Lmin = 360,00 Lmax = 3080,00
	Uscita	7+778,73				
RACCORDO CIRCOLARE	Entrata	7+778,73	10250	-	433,48	Rmin = 400,00
	Uscita	8+212,21				
RETTIFILO	Entrata	8+212,21	-	-	479,48	Rmin = 400,00
	Uscita	8+691,69				
RACCORDO CIRCOLARE	Entrata	8+691,69	10250	-	538,22	Lmax = 3080,00
	Uscita	9+229,92				
RETTIFILO	Entrata	9+229,92	-	-	292,17	3080,00
	Uscita	9+522,09				
CLOTOIDE	Entrata	9+522,09	-	460,00	261,23	Amin = 411,60

RELAZIONE TECNICA

	Uscita	9+783,32				
RACCORDO	Entrata	9+783,32	810	-	166,70	Rmin =
CIRCOLARE	Uscita	9+950,02				335,68

ELEMENTO	PROGRESSIVE (km)	Raggio (m)	Parametro A	Sviluppo (m)	NORMATIVA	
CLOTOIDE	Entrata	9+950,02	-	446,71	246,36	Amin = 411,60
	Uscita	10+196,38				
CLOTOIDE	Entrata	10+196,38	-	491,38	185,73	Amin = 433,33
	Uscita	10+382,11				
RACCORDO CIRCOLARE	Entrata	10+382,11	1300	-	489,85	Rmin =
	Uscita	10+871,96				358,72
CLOTOIDE	Entrata	10+871,96	-	440,00	148,94	Amin = 433,33
	Uscita	11+020,90				
RETTIFILO	Entrata	10+020,90	-	-	25,00	Non necessaria
	Uscita	10+045,88				

### 2.1.3 Andamento altimetrico dell'asse

Il profilo altimetrico è costituito da successioni di tratti a pendenza costante, le livellette, collegati da raccordi verticali concavi o convessi.

La pendenza massima adottabile per il tipo di strada prescelto (tipo A) è del 6%. Nel nostro caso la pendenza massima non supera il 3,50%.

In galleria, anche se la normativa consiglia di non superare il 4% (per contenere le emissioni inquinanti e di fumi), si è adottata una pendenza media non superiore al 2,03%

**RELAZIONE TECNICA**

per garantire massime condizioni di sicurezza (in particolar modo nei casi di arresti forzati di automezzi pesanti all'interno delle gallerie).

Per la scelta dei raccordi altimetrici, la normativa impone l'utilizzo di curve di tipo parabolico, le quali permettono una variazione più graduale dell'accelerazione centrifuga rispetto ai raccordi circolari.

Per quanto riguarda i raccordi verticali convessi, i raggi minimi da rispettare sono correlati alla necessità di verificare, lungo tutti gli stessi, la distanza di visibilità per l'arresto e la distanza di visibilità per il cambio di corsia, quest'ultimo necessario all'utente per effettuare una manovra di passaggio da una corsia all'altra in corrispondenza di eventuali svincoli presenti lungo il tracciato. Il calcolo risulta allora funzione della differenza di pendenza longitudinale delle due livellette da raccordare, della distanza di visibilità e delle altezze dell'occhio del guidatore e dell'ostacolo da evitare, esso darà quindi risultati diversi per ogni coppia di livellette ed è agevole effettuarlo ricorrendo a programmi di calcolo automatico. Nel nostro caso i raggi convessi utilizzati hanno un valore minimo di 8000 m.

Per quanto attiene i raggi concavi, il calcolo è funzione della distanza di visibilità dell'arresto di fronte ad un ostacolo fisso, da verificare soprattutto in mancanza di luce naturale, della variazione di pendenza delle due livellette da raccordare e di parametri inerenti l'altezza e l'angolo di deviazione dei fari del veicolo. Nel nostro caso i raggi concavi utilizzati hanno un valore minimo di 6500m.

Nella Tabella seguente sono sinteticamente riportati gli elementi altimetrici di progetto relativi all'asse principale.

<b>ELEMENTI ALTIMETRICI TRACCIATO SELEZIONATO</b>					
<b>ELEMENTO</b>	<b>PROGRESSIVE (km)</b>		<b>Raggio (m)</b>	<b>Sviluppo (m)</b>	<b>Pendenza (%)</b>
<b>RACCORDO PARABOLICO</b>	Entrata	0+000,00	10000	609,653	-
	Uscita	0+604,82			
<b>LIVELLETTA</b>	Entrata	0+604,82	-	3132,12	2,1
	Uscita	3+670,30			
<b>RACCORDO</b>	Entrata	3+670,30	20000	790,97	-

RELAZIONE TECNICA

PARABOLICO	Uscita	4+461,20			
LIVELLETTA	Entrata	4+461,20	-	948,81	-1,86
	Uscita	5+394,04			
RACCORDO PARABOLICO	Entrata	5+394,04	20000	209,536	-
	Uscita	5+603,45			
LIVELLETTA	Entrata	5+603,45	-	441,35	-0,81
	Uscita	6+043,36			
RACCORDO PARABOLICO	Entrata	6+043,36	20000	218,35	-
	Uscita	6+261,72			
LIVELLETTA	Entrata	6+261,72	-	564,89	0,28
	Uscita	6+826,39			
RACCORDO PARABOLICO	Entrata	6+826,39	58000	189,42	-
	Uscita	7+015,46			
LIVELLETTA	Entrata	7+015,46	-	221	-0,05
	Uscita	7+236,45			
RACCORDO PARABOLICO	Entrata	7+236,45	16000	556,26	-
	Uscita	7+792,80			
LIVELLETTA	Entrata	7+792,80	-	71,3	-3,52
	Uscita	7+860,05			
RACCORDO PARABOLICO	Entrata	7+860,05	6500	366,48	-
	Uscita	8+226,51			
LIVELLETTA	Entrata	8+226,51	-	64,45	2,12
	Uscita	8+289,56			
RACCORDO PARABOLICO	Entrata	8+289,56	16000	889,36	-
	Uscita	9+178,83			
LIVELLETTA	Entrata	9+178,83	-	103,89	-3,44
	Uscita	9+279,90			
RACCORDO PARABOLICO	Entrata	9+279,90	30000	338,29	-
	Uscita	9+618,28			
LIVELLETTA	Entrata	9+618,28	-	326,17	-2,31
	Uscita	9+936,05			
RACCORDO PARABOLICO	Entrata	9+936,05	13000	254,68	-
	Uscita	10+190,71			
LIVELLETTA	Entrata	10+190,71	-	228,28	-0,36
	Uscita	10+418,84			
RACCORDO PARABOLICO	Entrata	10+418,84	8000	166,13	-
	Uscita	10+584,93			

RELAZIONE TECNICA

LIVELLETTA	Entrata	10+584,93	-	227,95	-2,43
	Uscita	10+806,43			
RACCORDO PARABOLICO	Entrata	10+806,43	7000	114,57	-
	Uscita	10+920,90			
LIVELLETTA	Entrata	10+920,90	-	125,38	-0,8
	Uscita	11+045,88			

#### 2.1.4 Diagramma di Velocità

Per verificare la correttezza della progettazione è stato redatto il diagramma di velocità, esso è la rappresentazione grafica dell'andamento delle velocità di progetto in funzione della progressiva stradale. In sintesi lungo il tracciato si sono mantenute velocità di 140km/h, tranne che nella connessione con il tracciato dell'attuale Appia bis, dove si incontra una clotoide di flesso e un raggio planimetrico di 810 metri, nel quale si ha la riduzione della velocità da 140km/h a 130km/h, compatibile con le indicazioni dettate dalla Normativa vigente. In questo caso si è proceduto anche alla verifica della lunghezza di transizione all'interno della quale si concentra la riduzione di velocità, uguale a 130 metri.

RELAZIONE TECNICA

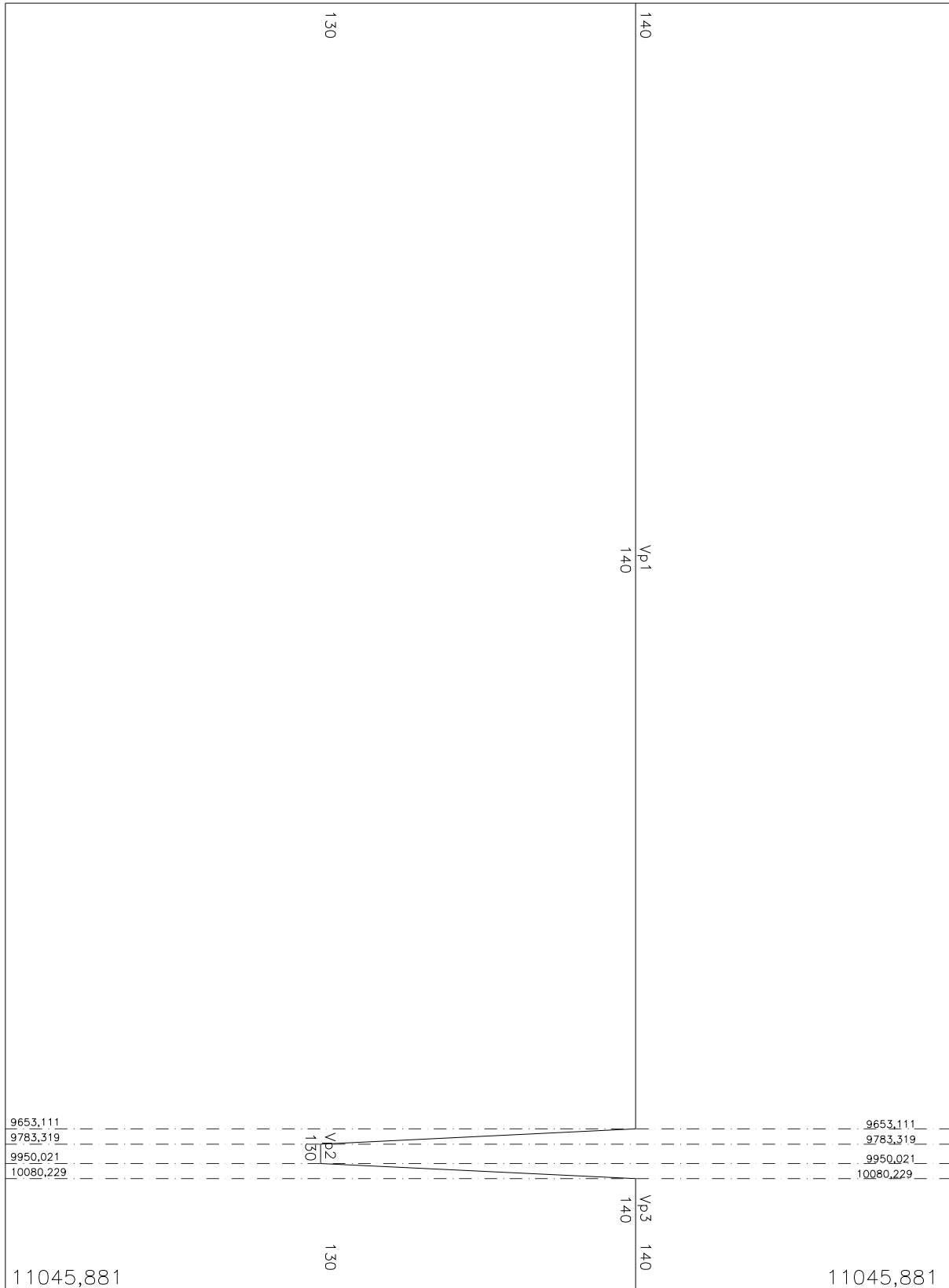


Diagramma di Velocità Asse Principale**2.1.5 Verifiche di visibilità'**

In generale per il progetto in studio devono essere garantite, sia in rettilineo che in curva, visuale libere sufficienti principalmente per due esigenze, la prima è la possibilità di arresto di fronte ad un ostacolo improvviso, condizione di sicurezza inderogabile, la seconda invece riguarda l'effettuazione del cambio di corsia, manovra questa da prevedere per avere un buon funzionamento della strada specie per quanto riguarda il livello di servizio atteso. Queste esigenze si concretizzano nella richiesta di spazi minimi di visibilità, privi di ostacoli, sufficienti per attuare tali manovre. Discorsi diversi meritano in questo caso le curve a raggio costante; infatti nel caso delle curve sinistrorse l'ostacolo alla visibilità è rappresentato dalla barriera di sicurezza montata a filo con la banchina interna, mentre nelle curve destrorse gli eventuali ostacoli possono essere rappresentati da opere d'arte di contenimento come i muri di sostegno. Anche le gallerie rappresentano per l'utente un eventuale ostacolo alla visibilità dovuto all'effetto di corridoio chiuso, l'ostacolo in questo caso è rappresentato dalle pareti delle gallerie.

Per le verifiche di visibilità sono stati adottati i seguenti criteri dettati dalle Norme :

Calcolo della distanza di visibilità minima per l'arresto ( $D_a$ ) in funzione della velocità del veicolo e della pendenza longitudinale della strada;

Ipotesi di condizione limite in corsia di sorpasso (curve sinistrorse) nella quale la linea di visibilità (congiungente l'occhio del guidatore con l'ostacolo, entrambi posti in asse corsia) si trovi ad essere tangente alla barriera di sicurezza;

Utilizzando i raggi  $R$  delle curve sinistrorse di progetto in asse strada aumentati della distanza tra l'asse stradale e la mezzzeria della corsia di sorpasso, si calcola lo spazio  $S$  necessario a verificare la condizione limite con l'espressione :

$$S = R * (1 - \cos(\frac{D_a}{2R}))$$

**RELAZIONE TECNICA**

Dalla verifica effettuata emerge che i raggi al di sopra del valore di 2550m non necessitano di franchi laterali. Nel nostro caso abbiamo dei valori di raggi planimetrici inferiori a 2550m e precisamente nella parte finale del tracciato abbiamo una successione di raggi di 810 e 1300 metri prima della confluenza del progetto sullo svincolo di S. Croce. Dalle verifiche effettuate emergerebbe la necessità di avere dei franchi laterali di 4.43m circa per il raggio da 810m e circa 2,24m per il raggio da 1300m. Questi franchi laterali sono molto difficili da realizzare in quanto questo tratto di progetto è in sovrapposizione col sedime dell'attuale S.S. n. 7 Appia-quater in una zona urbanizzata e quindi vincolante in ordine al territorio da occupare. Non bisogna dimenticare che i valori dei franchi laterali sono calcolati anche in funzione della velocità desunta dal diagramma di velocità dell'asse stradale, in questo caso avremmo in teoria 130km/h per la curva da 810 metri e 140km/h per quella da 1300. In realtà questo tratto di strada si configura come transizione tra una carreggiata autostradale e una carreggiata di strada extraurbana principale (ex III CNR) laddove il limite di velocità è di 90km/h. Per il passaggio graduale quindi del limite di velocità da 130km/h, tipico di un'autostrada, a 90km/h, in questo tratto deve essere installata apposita segnaletica orizzontale e verticale per diminuire gradualmente la velocità di percorrenza. In questo caso allora con velocità più basse, la distanza di visibilità di arresto necessaria per la sicurezza si abbassa ed è possibile, solo con lo spostamento del filo del guard-rail verso il centro asse strada, avere il franco sufficiente per garantire tale distanza di visibilità. I calcoli effettuati sono stati riassunti nella seguente tabella:

<b>Raggio planimetrica</b>	<b>curva</b> 810 m	
<b>Pendenza Longitudinale</b>	-2,31%	(Condizione più sfavorevole)
<b>Velocità di percorrenza</b> (km/h)	<b>Da</b> (m)	<b>Franco laterale</b> (m)



RELAZIONE TECNICA

130	214	4,43
120	186,1	2,74
110	161	1,40
100	138,10	0,35

<b>Raggio planimetrica</b>	<b>curva</b> 1300 m	
<b>Pendenza Longitudinale</b>	2,43%	(Condizione più sfavorevole)
<b>Velocità di percorrenza</b> (km/h)	<b>Da (m)</b>	<b>Franco laterale (m)</b>
140	224,18	2,24
130	197,38	1,16
120	172,80	0,29
110	150,28	Non necessario

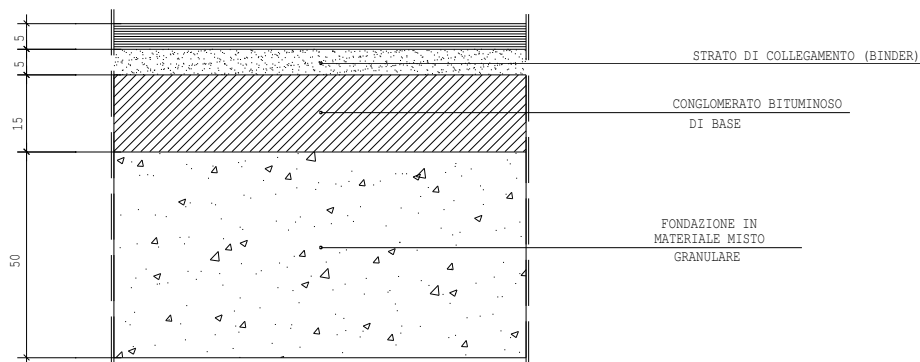
Considerando che il filo del guard-rail dista dall'asse stradale 1,55 metri da un lato e dall'altro e stimando in 1,50 metri la distanza minima tra i due guard-rail abbiamo una distanza utile di 1,60m nel quale possiamo arretrare il montante della barriera che ostacola la visibilità. Dalla tabella si desume che con raggio di 810 metri dobbiamo avere una velocità inferiore o uguale a 110 km/h, mentre con il raggio di 1300 metri possiamo avere una velocità compresa tra i 140 e i 130 km/h.

## **2.2 SOVRASTRUTTURA STRADALE**

In particolare, la sovrastruttura di progetto è composta dai seguenti strati:

- strato di usura: in conglomerato bituminoso di tipo drenante avente spessore  $s = 0.05$  m;
- strato di collegamento: in conglomerato bituminoso (binder) avente spessore  $s = 0.05$  m;
- strato di base: in conglomerato bituminoso avente spessore di  $0.15$  m;
- strato di fondazione: in misto granulare di spessore pari a  $0.50$  m.

Complessivamente, lo spessore della sovrastruttura è pari a  $0.25$  m, come rappresentato nello schema sottostante.



In questo paragrafo viene presa in esame la determinazione della vita utile della pavimentazione stradale.

Nella determinazione della vita utile, si considera il dato di traffico più gravoso TGM (traffico giornaliero medio) = 37000, corrispondente a 9250 veicoli per ogni corsia di marcia. Si assume inoltre una percentuale di mezzi pesanti pari al 20% del volume sulla singola corsia. Di questi il 14 % costituito da autocarri con peso superiore a 30 q ed il restante 6% costituito da autocarri con rimorchio e/o autobus.

**RELAZIONE TECNICA**

Per l'evoluzione del volume di traffico nel tempo, si assume il seguente modello:

$$T.G.M.(t) = \frac{\alpha}{1 + \beta \exp[-\alpha \gamma (t - t_0)]} \quad (1)$$

dove:

- T.G.M.(t) è il traffico all'anno t
- $t_0$  l'anno di apertura della strada
- $\alpha$  la capacità della strada [v/g] che dipende dalle sue caratteristiche geometriche
- $\beta$  e  $\gamma$  due costanti di regressione numerica.

Per il presente progetto si assume:

- $\alpha = 37000$  v/g
- $\beta = 0.01$
- $\gamma = 0.000008$

Per valutare la vita utile della sovrastruttura stradale, è necessario calcolare le deformazioni ( $\epsilon$ ) e le tensioni ( $\sigma$ ).

Per fare ciò consideriamo le diverse caratteristiche dei vari strati che compongono il pacchetto della pavimentazione.

<i>STRATO</i>	<b>H</b> [m]	<b>E</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	<b>v</b>
Usura + binder	0.10	3.000.000	0,35
Base	0.15	2.000.000	0,40
Fondazione (misto stabilizzato)	0.50	150.000	0,45

RELAZIONE TECNICA

rilevato stradale	/	50.000	0,45
-------------------	---	--------	------

I carichi agenti sulla pavimentazione sono: il carico per ruota, la pressione di gonfiaggio, il raggio della superficie d'impronta e la metà della distanza fra i baricentri delle aree di carico nel caso di ruote gemelle.

Carico asse [kN]	Carico per ruota [kN]	Press. gonfiaggio [kPa]	Raggio impronta [m]	1/2 interasse ruote [m]
5.0	2.5	160	0.0705	-
50.0	25.0	600	0.1150	-
60.0	30.0	650	0.1212	-
100.0	25.0	675	0.1088	0.175
110.0	27.5	700	0.1118	0.175

Dall'analisi numerica si ottengono i valori delle deformazioni e delle tensioni alla base degli strati bituminosi, proprio perché la rottura della pavimentazione per degradazione a fatica interessa proprio questi strati.

TIPO DI ASSE	Carico per ruota	Deformazioni e trazione	Tensione trazione [kPa]
5.0 kN	2.5	0.1246E-04	38.65
50.0 kN	25.0	0.3674E-04	67.29
60.0 kN	30.0	0.4559E-04	84.38
100 kN	25.0	0.4279E-04	165.60
110 kN	27.5	0.4715E-04	181.70

La rottura per fatica degli strati bituminosi deriva dal fatto che, ad ogni passaggio dei carichi, questi strati sono sottoposti per flessione a deformazioni orizzontali di trazione per le quali sono consentite solo un limitato numero di ripetizioni.

Superato un numero  $N_0$  di ripetizioni si sviluppano le prime micro fessure poi, continuando i passaggi di veicoli, dopo altre ripetizioni di carico ( $\Delta N$ ) le fessure si amplificano dando luogo alla caratteristica fessurazione a ragnatela. Per il calcolo di  $N_0$  si utilizza l'espressione determinata da Verstraeten:

RELAZIONE TECNICA

$$\log N_0 = 6 + 4,7619 \cdot [ \log(\lambda V_B/(V_B+V_A)) - \log \varepsilon ]$$

dove:

$N_0$  = numero di ripetizioni di carico necessario perchè si giunga all'inizio della fessurazione

$\varepsilon$  = deformazione di trazione alla base degli strati bituminosi

$V_B$  = percentuale in volume di bitume

$V_V$  = percentuale in volume dei vuoti

$\lambda$  = coefficiente che dipende dal tipo di bitume usato

log = logaritmo in base 10

Per il calcolo di  $\Delta N$  si utilizza un'altra espressione analitica determinata attraverso uno studio sul meccanismo di propagazione delle fessure (cfr. Rivista Autostradale n.3/1985):

$$\Delta N = E_{eq}^{\alpha'} \sigma^{\beta'} 10^{\gamma'} 1,373 e^{-1,089 m} h^{(-0,152+0,476 m)}$$

dove:

$E_{eq} = h / \Sigma (s_i / E_i)$  modulo elastico equivalente medio degli strati legati a bitume

$s_i$  = spessore singoli strati

$E_i$  = moduli elastici dei singoli strati

$\sigma$  = tensione di trazione al lembo inferiore degli strati bituminosi

$h$  = spessore totale degli strati

$m$  = parametro dipendente dalle caratteristiche del conglomerato

$$\alpha' = 2,436821 \text{ m/5}$$

$$\beta' = -3,283538 \text{ m/5}$$

$$\gamma' = -2,241807 \text{ m/5} + 0,847 (1-m/5)$$

In definitiva la rottura (quindi il limite della vita di una pavimentazione) si ha per un numero di ripetizioni di carico pari a:

$$N_{tot} = N_0 + \Delta N \quad (4)$$

Calcolate le deformazioni e le tensioni indotte dai carichi, è possibile determinare per ogni condizione di carico (tipo di assi) il numero di ripetizioni ( $N_{tot}$ ) per cui si ha la rottura per fatica della pavimentazione proposta.

RELAZIONE TECNICA

TIPO DI ASSI	Defor. traz. ( $\varepsilon$ )	Tens. tra. ( $\sigma$ )	$N_{oi}$	$\Delta N_i$	$N_{tot,i}$
0,5 t	0.0000125	38.6500	4,689,793,350	450,118,144	5,139,911,494
5 t	0.0000367	67.2900	27,218,547	78,392,472	105,611,019
6 t	0.0000456	84.3800	9,739,350	38,410,339	48,149,689
10 t	0.0000428	165.6000	13,170,803	4,585,845	17,756,648
11 t	0.0000472	181.7000	8,297,525	3,422,969	11,720,494

Il calcolo cumulato del danno da fatica negli strati bituminosi, è valutato considerando i contributi dei diversi assi transitanti sulla pavimentazione.

Applicando la legge dell'accumulo lineare (Miner 1945), si verifica rottura per fatica quando risulta:

$$\sum_{i=1}^k \frac{n_i}{N_{tot,i}} = 1$$

Pertanto ogni anno si sommano i rapporti (calcolati per ogni tipo di assi) tra il numero di ripetizioni di carico e il numero di ripetizioni massime consentite per quel carico. Quando tale sommatoria risulterà uguale ad 1 allora si avrà la rottura della pavimentazione.

Dalle verifiche eseguite, risulta che la vita utile della pavimentazione è dell'ordine dei **20 anni** oltre i quali è necessario procedere al rifacimento della sovrastruttura stradale

## **2.3 BARRIERE DI SICUREZZA**

### **2.3.1 BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI**

Le barriere stradali di sicurezza sono poste in opera con l'intento di realizzare accettabili condizioni di sicurezza per gli utenti della strada, garantendo entro certi limiti il contenimento dei veicoli che dovessero tendere a fuoriuscire dalla carreggiata stradale.

Il principio della barriera si fonda sulla sua capacità di assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, cercando anche di limitare gli effetti d'urto sui passeggeri.

La presente relazione riguarda le scelte progettuali in termini di barriere stradali di sicurezza secondo le indicazioni del D.M. n. 223 del 18/02/1992 e successive modificazioni e aggiornamenti di cui un elenco esaustivo è fornito al paragrafo 1.1. Si è cercato in generale di utilizzare tipologie di barriere il più omogenee possibile come peraltro prescritto dalla normativa vigente.

### **2.3.2 1.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI**

- D.M. M.LL.PP. del 18 febbraio 1992 n. 223 *“Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”*
- D.M. M.LL.PP. del 15 ottobre 1996 n. 4621 *“Aggiornamento del Decreto Ministeriale 18 febbraio 1992 n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”*
- D.M. M.LL.PP. del 03 giugno 1998 *“Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”*

- D.M. M.LL.PP. del 11 giugno 1999 “*Integrazioni e modificazioni al Decreto Ministeriale 03 giugno 1998, recante aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza*”
- Circolare Ente Nazionale per le Strade Prot. n. 17600 del 05/12/1997
- Circolare Ente Nazionale per le Strade Prot. n.6477 del 27/05/1998

### **2.3.3 1.2 TIPOLOGIE E CRITERI DI SCELTA DELLE BARRIERE**

Facendo riferimento al decreto ministeriale del 03/06/1998, in particolare alle istruzioni allegare al citato decreto, sono state individuate quattro tipologie di barriere di sicurezza da adottare, esse sono di seguito elencate :

1. barriere centrali da spartitraffico;
2. barriere laterali, bordo rilevati autostrada e strade in affiancamento;
3. barriere laterali, bordo rilevato viabilità interferita;
4. barriere per opere d’arte, come ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc

#### **2.3.3.1 1.2.1 Barriere centrali da spartitraffico**

Il presente paragrafo riguarda la scelta delle barriere di sicurezza della piattaforma autostradale della pedemontana di Formia.

Seguendo l’art. 7 del D.M. 3/6/1998, è necessario avere come input per la scelta progettuale, i dati di traffico in termini di Traffico Giornaliero Medio (T.G.M.) annuale in modo da poter classificare la tipologia di traffico che, secondo il citato articolo, può essere di tre tipi.

Utilizzando i dati dello studio trasportistico previsionale redatto appositamente ed allegato ai documenti di progetto, in particolare ai dati dello scenario progettuale relativo al 2030 si



può senza dubbio classificare la tipologia di traffico di categoria **III**; infatti, il T.G.M. risulta maggiore di 1000 veic/h, mentre la percentuale dei veicoli con massa superiore ai 3000 kg risulta maggiore del 15 % (la percentuale prevista è pari al 19.1%) .Dalla tabella relativa al tipo di strada di progetto, tipo A, si evince la possibilità della scelta della tipologia H3 o H4 . Visto il livello dei flussi previsti e il grado di sicurezza elevato che si vuole garantire per l'autostrada in progetto si sceglie la tipologia **H4**, la quale fornisce il grado di contenimento più elevato. Sono previste barriere per uno sviluppo di circa 8950 metri lineari.

#### **2.3.3.2 1.2.2 Barriere laterale bordo rilevato autostrada e strade in affiancamento**

Per quanto riguarda le barriere di sicurezza bordo laterale da utilizzare nei rilevati autostradali e nelle strade in affiancamento, sempre riferendoci allo studio trasportistico citato, si adottano le barriere tipo **H3** per uno sviluppo complessivo di circa 15750 metri lineari. Relativamente all'eventuale interazione tra le barriere di sicurezza e le barriere anti-rumore, si sottolinea la necessità, prevista anche dalla legislazione vigente, di lasciare uno spazio tra i due tipi di barriera compatibile con la deformazione della barriera di sicurezza. La classe di deformazione scelta è la W6, che necessita di una distanza libera per la deformazione superiore ai 2,10 metri.

#### **2.3.3.3 1.2.3 Barriere bordo laterale viabilità interferita**

In questo caso le condizioni di traffico previste, vista anche la tipologia di strade, appartenenti alla categoria F urbana, sono tali da far scegliere una tipologia di barriera di tipo **H1**, contenimento normale. Lo sviluppo globale di questa tipologia ammonta a circa 9640 metri lineari.

#### **2.3.3.4 1.2.3 Barriere su opera d'arte**

RELAZIONE TECNICA

Per quanto riguarda le barriere per le opere d'arte, riferendoci a quanto già scritto per la tipologia di traffico, la scelta ricade sulle barriere del tipo **H4** che consentono di avere i livelli di contenimento più elevati. Relativamente all'interazione tra le barriere e la posa di eventuali barriere anti-rumore si veda la parte finale del paragrafo precedente. In definitiva si prevede il montaggio di barriere tipo H4 per complessivi 4795 metri lineari.

## **2.4 SEGNALETICA**

Per quanto riguarda la progettazione della segnaletica orizzontale e verticale si farà riferimento al Decreto Legislativo 30 Aprile 1992, n. 285 “Nuovo Codice della Strada” e al successivo regolamento D.P.R. 16 Dicembre 1992, n. 495 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada” e successive modificazioni.

I riferimenti legislativi forniscono tutte le indicazioni necessarie ad organizzare la segnaletica orizzontale e verticale, per garantire agli utenti della strada massimi livelli di sicurezza e di informazione circa eventuali limitazioni alla velocità, attraversamento di opere d’arte, nodi di entrata ed uscita dell’autostrada, eccetera.

Particolare attenzione sarà data alla segnaletica da porre in corrispondenza delle intersezioni, per consentire all’utenza una corretta interpretazione delle precedenza.

## **2.5 MATERIALI**

Per la realizzazione delle opere in oggetto è previsto l'impiego dei materiali aventi le seguenti caratteristiche:

### **2.5.1 Calcestruzzi**

per magroni dosaggio da elenco prezzi

Classe Rck = 250 Kg/cm<sup>2</sup> (25 MPa) per fondazioni e per pali

Classe Rck = 370 Kg/cm<sup>2</sup> (37 MPa) elevazioni

Classe Rck = 550 Kg/cm<sup>2</sup> (55 MPa) per c.a.p. impalcato

Dovranno essere inoltre rispettati i seguenti valori minimi di copriferro:

- copriferro minimo per pali = 6 cm
- copriferro minimo per fondazioni = 4 cm

### **2.5.2 Acciaio**

- Acciaio per armatura lenta FeB 44k per  $\phi \leq 26$  mm
- Acciaio per armatura lenta FeB 38k per  $\phi > 26$  mm

### **2.5.3 Terreno per rilevati e rinterri**

- angolo d'attrito = 35°
- peso specifico = 1.9 t/mc

### **2.5.4 Note sulle caratteristiche dei materiali**

#### 4.1. Classi di esposizione secondo EN206

Le classi di esposizione ambientale sono sei, identificate dalle sigle XO, XC, XD, XS, XF ed XA, per diversi tipi di aggressione. Per ciascuna classe, ad eccezione della XO,

**RELAZIONE TECNICA**

esistono più sottoclassi, identificate da un numero crescente man mano che il livello di aggressione aumenta..

**Classi di esposizione secondo la UNI EN 206-1**

<b>Denominazione della classe</b>	<b>Descrizione dell'ambiente</b>	<b>TIPO DI STRUTTURA</b>	<b>NUMERO DI SOTTOCLASSI</b>
<b>XO</b>	Nessun rischio di corrosione (interni di edifici con U.R. molto bassa)	Non armata e armata	<b>1</b>
<b>XC</b>	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione	Armata	<b>4</b>
<b>XD</b>	Corrosione delle armature indotta dai cloruri esclusi quelli presenti in acqua di mare	Armata	<b>3</b>
<b>XS</b>	Corrosione delle armature indotta dai cloruri presenti nell'acqua di mare	Armata	<b>3</b>
<b>XF</b>	Attacco dei cicli di gelo-disgelo in presenza o no di sali disgelanti	Non armata e armata	<b>4</b>
<b>XA</b>	Attacco chimico del calcestruzzo	Non armata e armata	<b>3</b>

Le classi evidentemente sono collegate ai particolari fenomeni che possono portare ad un degrado prematuro, che possono essere così riassunti:

- corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo
- corrosione delle armature indotta da attacco da cloruri

RELAZIONE TECNICA

- attacco da cicli di gelo – disgelo,
- attacco chimico.

Condizioni ambientali codificate

Dalla combinazione dei fattori ambientali sopra descritti con l'umidità, vettore essenziale delle sostanze aggressive, derivano le classi di esposizione già sintetizzate nella tabella precedente ed esplose in dettaglio nel seguito.

Le UNI EN206-1 sottolineano che le condizioni ambientali cui la tabella si riferisce sono quelle che si verificano nel copriferro, ma in molti casi esse riflettono le condizioni dell'ambiente circostante, per cui di fatto, in queste circostanze la descrizione si può riferire direttamente a quest'ultimo.

**Classi d'esposizione ambientale del calcestruzzo secondo la EN 206**

Class e	Ambiente d'esposizione	Esempi di condizioni ambientali
------------	------------------------	---------------------------------

1 – Assenza di rischio di corrosione delle armature o d'attacco al calcestruzzo

X0	Molto secco (cls armato)	Interni di edifici con umidità relativa molto bassa
	Vari (cls non armato)	Tutti eccetto gelo o attacco chimico o abrasione

2 – Corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo

XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa, o calcestruzzo costantemente immerso
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo, molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Interni di edifici con umidità da moderata ad

RELAZIONE TECNICA

		alta Calcestruzzo all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici a contatto diretto con acqua non comprese nella classe XC2

**3 – Corrosione indotta dai cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare**

XD1	Umidità moderata	Superfici esposte a nebbia salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine - Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri; pavimentazioni, pavimentazioni di parcheggi

**4 – Corrosione indotta dai cloruri presenti nell'acqua di mare**

<a href="#">XS1</a>	Esposto al nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime o sulla costa
<a href="#">XS2</a>	Sommerse	Parti di strutture marine
<a href="#">XS3</a>	Zone esposte alle onde oppure alle maree	Parti di strutture marine

**5 – Attacco da cicli di gelo/disgelo**

<a href="#">XF1</a>	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agenti antigelo	Superfici verticali esposte alla pioggia e al gelo
<a href="#">XF2</a>	Moderata saturazione d'acqua, con impiego di agenti antigelo	Superfici verticali di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
<a href="#">XF3</a>	Elevata saturazione d'acqua, senza	Superfici orizzontali esposte alla pioggia e al

RELAZIONE TECNICA

	impiego di agenti antigelo	gelo
<a href="#">XF4</a>	Elevata saturazione d'acqua, con impiego di agenti antigelo	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo- Superfici esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo
<b>6 – Attacco chimico</b>		
<a href="#">XA1</a>	Debolmente aggressivo	Vedi tabella seguente
<a href="#">XA2</a>	Moderatamente aggressivo	Vedi tabella seguente
<a href="#">XA3</a>	Fortemente aggressivo	Vedi tabella seguente

**Classi di esposizione ambientale - attacco chimico (Linee guida Min. LL.PP.)**

	GRADO DI ATTACCO		
	XA1 (debole)	XA2 (moderato)	XA3 (forte)
<b>Agente aggressivo nelle acque</b>			
PH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	4,5 - 4,0
CO <sub>2</sub> aggressiva, mg/l	15 - 30	30 - 60	60 - 100
ioni ammonio NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg/l	15 - 30	30 - 60	60 - 100
ioni magnesio Mg <sup>2+</sup> , mg/l	100 - 300	300 - 1500	1500 - 3000
ioni solfato SO <sub>4</sub> , mg/l	200 - 600	600 - 3000	3000 - 6000
<b>Agente aggressivo nel terreno</b>			



## RELAZIONE TECNICA

ioni solfato SO <sub>4</sub> , mg/kg di terreno seccato all'aria	2000 - 6000	6000 - 12000	> 12000
---	-------------	--------------	---------

Ponti e viadotti.

Si tratta evidentemente di opere in ambiente esterno. Le travi sono esposte direttamente alla pioggia, quindi ricadono nella classe XC4.

Per quanto riguarda il gelo e disgelo, tenuto conto del clima mite della zona, in cui non si fa normalmente uso di agenti disgelanti, le classi di esposizione possono essere identificate come XF1 o XF2, dal momento che la quasi totalità delle superfici esposte è verticale.

Non sono state considerate tra le parti direttamente esposte le solette, che sono pavimentate ed impermeabilizzate,

Come precedentemente segnalato non sembrano sussistere le condizioni per l'attacco chimico o da cloruri.

Non risulta che vi siano aggressioni di tipo chimico dovute alla vicinanza con ambienti industriali.

Pile, spalle, fondazioni e opere minori.

Si applicano le stesse considerazioni dei ponti e viadotti ad eccezione delle fondazioni o di altre opere permanentemente a contatto con il terreno, per cui le condizioni sono riconducibili alla classe XC1 o XC2 per quanto riguarda la carbonatazione. Cautelativamente, e per ridurre gli interventi di manutenzione, si farà comunque riferimento alle condizioni XC4.

## Rapporto a/c, resistenza e dosaggio

Le UNI EN 206-1 riassumono le caratteristiche consigliate delle proprietà del calcestruzzo ai fini della durabilità nell'allegato F (solo informativo). Tali caratteristiche si riferiscono ad un calcestruzzo confezionato con cemento di tipo CEM I secondo EN 197-1 (cemento Portland, classe di resistenza 32.5), e con aggregato avente dimensione nominale

**RELAZIONE TECNICA**

massima compresa fra 20 e 32 mm. I valori, inoltre, si riferiscono ad una vita utile di 50 anni.

La tabella seguente riassume i valori consigliati.

**Caratteristiche consigliate dei calcestruzzi per la durabilità (UNI EN206-1, all. F)**

		Rapporto a/c	Classe resistenza cubica minima (N/mm <sup>2</sup> )	Contenut o minimo di cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	<u>CONTEN UTO MINIMO ARIA (%)</u>	<u>ALTRI REQUISITI</u>
Nessun rischio	X0		<u>15</u>			
Corrosione da carbonatazio ne	XC1	0.65	25	260		
	XC2	0.60	30	280		
	XC3	0.55	37	280		
	XC4	0.50	37	300		
Corrosione da cloruri acqua marina	XS1	0.50	37	300		
	XS2	0.45	45	320		
	XS3	0.45	45	340		
Corrosione da altri cloruri	XD1	0.55	37	300		
	XD2	0.55	37	300		
	XD3	0.45	45	320		
Attacco gelo- disgelo	XF1	0.55	37	300		Aggregati secondo prEN12620 resistenti al gelo
	XF2	0.55	30	300	4	
	XF3	0.50	37	320	4	
	XF4	0.45	37	340	4	
Attacco	XA1	0.55	37	300		

chimico	XA2	0.50	37	320	Cemento resistente ai solfati
	XA3	0.45	45	360	

Specifiche tecniche progettuali

Calcestruzzo per pali (XC1)

Cemento tipo I (portland) con almeno il 95% di clinker, con classe di resistenza 32.5 N/mm<sup>2</sup> a 28 gg e resistenza 10 N/mm<sup>2</sup> a 2 gg (CEM I - 32.5 R)

Rapporto a/c max 0.65 - R'ck 25 N/mm<sup>2</sup> – Contenuto minimo di cemento 260 Kg/mc

Calcestruzzo per opere esposte alla pioggia (XC4+ XF2)

Cemento tipo I (portland) con almeno il 95% di clinker, con classe di resistenza 32.5 N/mm<sup>2</sup> a 28 gg e resistenza 10 N/mm<sup>2</sup> a 2 gg (CEM I - 32.5 R)

Rapporto a/c max 0.50 - R'ck 37 N/mm<sup>2</sup> – Contenuto minimo di cemento 300 Kg/mc

Aria inclusa minima 4%

Calcestruzzo per opere in c.a.p.

Si rileva che il calcestruzzo normalmente impiegato per le travi in c.a.p. prefabbricate di solito risponde ampiamente ai requisiti di durabilità, perché l'elevata resistenza caratteristica (50- 55 N/mm<sup>2</sup>), comporta elevati dosaggi di cemento e bassi rapporti a/c.

**2.5.5 Appoggi e Giunti**

Nelle opere di luce minore si sono adottati appoggi in neoprene armato. In questi casi quindi le azioni sismiche vengono ripartite in parti uguali tra le due spalle.

RELAZIONE TECNICA

Ove le luci sono più rilevanti si sono adottati appoggi in acciaio con schema fisso su una spalla e scorrevole sull'altra, avendo cura di realizzare l'appoggio fisso sulla spalla più bassa, in modo da ottenere azioni complessive non troppo diverse.

Nel caso di ponte a più campate, l'impalcato risulta collegato sulle pile con catena cinematica per l'eliminazione dei giunti intermedi.

Le travi poggiano sulle pile mediante appoggi scorrevoli e le reazioni orizzontali dovute al sisma trasmesse ad una sola spalla. Restano quindi libere le variazioni di lunghezza dell'impalcato dovute agli effetti termici.

Per quanto riguarda i giunti si osserva che la disposizione ed il dimensionamento in corrispondenza delle due spalle è determinata in base agli spostamenti massimi previsti.

I giunti sono del tipo in gomma con armatura in acciaio.

## **2.6 OPERE D'ARTE**

### **2.6.1 Ponte sul fosso del Pirla**

La realizzazione di quest'opera si rende necessaria per l'attraversamento del fosso del Pirla intercettato dalla bretella di collegamento dell'autostrada alla SS. N. 7 Appia alla sez. n. 66.

Planimetricamente esso risulta ubicato lungo un rettilineo e leggermente inclinato rispetto a questo (vedi scheda).

Altimetricamente è posizionato lungo un raccordo verticale concavo di raggio  $R = 3000$  m.

#### Impalcato

L'impalcato del ponte risulta costituito da travi piene prefabbricate in c.a.p. a fili aderenti.

La sezione trasversale dell'impalcato, fuori tutto, è variabile da 19.28 a 20.85 m. ed è sorretta da n. 27 travi accostate poste ad interasse di 0.70 m. e di **luce 16 m.** fra gli assi delle apparecchiature d'appoggio. L'opera presenta una obliquità di  $66^\circ$

Il varo delle travi può essere effettuato agevolmente anche in aree di cantiere limitate.

#### Sottostrutture

La spalla S1 in c.a. ha una larghezza di 23.43 m. ed è alta 4.00m.

Lo spessore del paramento verticale è di 1.60 m, il muro andatore ed il muro d'ala hanno entrambi spessore in testa di 0.5 m.

La spalla S2 in c.a. ha una larghezza di 21.66 m. ed è alta 4.00m., mentre le altre caratteristiche geometriche sono identiche a quelle della spalla S1.

Le fondazioni delle due spalle sono su pali trivellati di grosso diametro con  $\varnothing = 1000$  mm.

I pali sono disposti a quinconce con interasse minimo tra i pali 3.01 m per entrambe le spalle S1 e S2, per un numero complessivo di pali a metro di sviluppo di fondazione pari a 0.75.

Nell'elaborato grafico relativo sono riportati la portata, la pendenza dell'alveo, gl'interventi di protezione idraulica, la natura dei terreni di fondazione e l'eventuale presenza di opere preesistenti da demolire.

### **2.6.2 Ponte scatolare in corrispondenza della sez. n. 232-233**

La realizzazione di quest'opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato dall'autostrada al Km 5+789. Più propriamente l'attraversamento avviene per il tramite due ponti scatolari di cui quello in SX ubicato alla progressiva 5+778 e quello in DX alla progressiva 5+800.

Planimetricamente esso risulta ubicato lungo una curva circolare di raggio  $R= 2750$  metri, e leggermente inclinato rispetto a questo (vedi elaborati di progetto).

Altimetricamente è posizionato lungo una livelletta di pendenza longitudinale 0,8 %.

L'opera strutturale si compone di uno scatolare in c.a. gettato in opera di dimensioni esterne pari a 4.00 x 4.00 m. aventi i seguenti spessori:

solettone di fondazione 0.50 m., pareti laterali 0.50 m., solettone di copertura di 0.50 m. lunghezza scatolare corsia di sinistra 20.38 m, corsia di destra 24.18 ; luce netta pari a 3.00 m; altezza 3.00 m.

Gli imbocchi sono raccordati a monte con muri andatori in c.a. ad altezza variabile e lunghezza pari a 3.00 a valle con muri andatori di altezza variabile lunghi 3.96 m.

Al centro un muro di lunghezza 4.79 m realizzato con gabbioni unisce i due scatolari .

L'alveo è rivestito con materassi dello spessore di 50 cm.

*Il solettone è previsto gettato in opera su uno strato di magrone dello spessore di 20 cm.*

L'alveo è rivestito con materassi dello spessore di 50 cm per circa 10 m e sia in entrata che in uscita degli scatolari con taglianti di ammorsamento sia a monte che a valle, le sponde sono in gabbioni 1.00x1.00x2.00 m.

### **2.6.3 Ponte in corrispondenza della sez. n. 238**

La realizzazione di quest'opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato dall'autostrada al Km 5+925. Più propriamente l'attraversamento avviene per il tramite di due ponti gemelli di cui quello in SX ubicato alla progressiva 5+920 e quello in DX alla progressiva 5+930.

Planimetricamente esso risulta ubicato lungo una curva circolare di raggio  $R = 2750$  metri, e leggermente inclinato rispetto a questo (vedi scheda).

Altimetricamente è posizionato lungo una livelletta di pendenza longitudinale 0,8 %.

#### Impalcato

L'impalcato del ponte risulta costituito da travi piene prefabbricate in c.a.p. a fili aderenti.

La sezione trasversale dell'impalcato, fuori tutto, è di 15.70 m. ed è sorretta da n. 22 travi accostate poste ad interasse di 0.70 m. e **di luce 16 m.** fra gli assi delle apparecchiature d'appoggio. L'opera presenta una obliquità di  $70^\circ$

Il varo delle travi può essere effettuato agevolmente anche in aree di cantiere limitate.

#### Sottostrutture

Le due spalle S1 in c.a. hanno una larghezza di 15.70 m. e sono alte 6.80 – 6.77m.

Lo spessore del paramento verticale è di 1.60 m, il muri andatori hanno entrambi spessore in testa 0.5 m.

Le spalle S2, hanno un'altezza pari a 6.67-6.64 m, mentre le altre caratteristiche geometriche sono identiche a quelle della spalla S1.

Le fondazioni delle due spalle sono su pali trivellati di grosso diametro con  $\varnothing = 1000$  mm.

I pali sono disposti a quinconce con interasse minimo tra i pali 3.01 m per entrambe le spalle S1 e S2, per un numero complessivo di pali a metro di sviluppo di fondazione pari a 0.75.

#### **2.6.4 Ponte sul Torrente Balzorile**

La realizzazione di quest'opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato dall'autostrada al Km 6+162. Più propriamente l'attraversamento avviene per il tramite di due ponti gemelli di cui quello in SX ubicato alla progressiva 6+158 e quello in DX alla progressiva 6+167.

Planimetricamente esso risulta ubicato lungo una curva circolare di raggio  $R = 2750$  metri. La struttura di monte ha inclinazione diversa da quella di valle (vedi sceda).

Altimetricamente è posizionato lungo una livelletta di pendenza longitudinale 0,3 %.

##### Impalcato

L'impalcato del ponte risulta costituito da travi piene prefabbricate in c.a.p. a fili aderenti.

La sezione trasversale dell'impalcato, fuori tutto, è di 15.70 m. ed è sorretta da n. 22 travi accostate poste ad interasse di 0.70 m. e di **luce 16 m.** fra gli assi delle apparecchiature d'appoggio. L'opera sul tracciato di monte presenta una obliquità di  $60^\circ$ , mentre è in retto sul tracciato di valle.

Il varo delle travi può essere effettuato agevolmente anche in aree di cantiere limitate.

##### Sottostrutture

Le due spalle S1 e S2, per il tracciato di monte, sono in c.a. ed hanno una larghezza di 18.00 m. e con altezza massima 6.78 m.

Lo spessore del paramento verticale è di 1.60 m, i muri andatori hanno entrambi spessore in testa 0.5 m.

Le due spalle S1 e S2, per il tracciato di valle, sono in c.a. ed hanno una larghezza di 15.70 m. e con altezza massima 7.90 m, mentre le altre caratteristiche geometriche sono identiche a quelle della spalla S1.

Le fondazioni delle due spalle sono su pali trivellati di grosso diametro con  $\varnothing = 1000$ .

I pali sono disposti a quinconce con interasse minimo tra i pali 3.01 m per un numero complessivo di pali a metro di sviluppo di fondazione pari a 0.75, per le spalle S1 e S2



valle, e a file parallele con interassi 3.00 x 3.00m per un numero complessivo di pali a metro di sviluppo di fondazione pari a 1.0, per le spalle S1 e S2 monte.

### **2.6.5 Ponte sul Torrente Acqualonga**

La realizzazione di quest'opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato dall'autostrada al Km 6+720. Più propriamente l'attraversamento avviene per il tramite di due ponti gemelli di cui quello in SX ubicato alla progressiva 6+710 e quello in DX alla progressiva 6+730.

Planimetricamente esso risulta ubicato lungo una curva circolare di raggio  $R = 2750$  metri, inclinato rispetto a questo (vedi scheda).

Altimetricamente è posizionato lungo una livelletta di pendenza longitudinale 0,8 %.

#### Impalcato

L'impalcato del ponte risulta costituito da travi con sezione a  $\pi$  capovolto prefabbricate in c.a.p. a fili aderenti.

La sezione trasversale dell'impalcato, fuori tutto, è di 32.30 m. ed è sorretta da n. 12 travi accostate poste ad interasse di 2.50 m. e di **luce 18 m.** fra gli assi delle apparecchiature d'appoggio. L'opera presenta una obliquità di  $60^\circ$

Il varo delle travi può essere effettuato agevolmente anche in aree di cantiere limitate.

#### Sottostrutture

La spalla S1 in c.a. ha una larghezza di 37.65 m. e ha altezza massima 5.50 m

Lo spessore del paramento verticale è di 1.60 m, i muri andatori hanno entrambi spessore in testa 0.5 m.

La spalla S2, ha un'altezza massima pari a 5.50 m mentre le altre caratteristiche geometriche sono identiche a quelle della spalla S1.

Le fondazioni delle due spalle sono anch'esse su pali trivellati di grosso diametro con  $\varnothing = 1000$  mm.

I pali sono disposti a file parallele con interassi 3.60 x 3.50m per un numero complessivo di pali a metro di sviluppo di fondazione pari a 0.57, per le spalle S1 e S2.

### **2.6.6 Ponte sul Torrente Acquatraversa**

La realizzazione di quest'opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato dall'autostrada al Km 9+036,57. Planimetricamente esso risulta ubicato lungo una curva circolare di raggio  $R= 10.250$  metri, inclinato rispetto a questo (vedi scheda). Altimetricamente è posizionato lungo un raccordo circolare convesso di Raggio = 16000 metri.

#### Impalcato

L'impalcato del ponte risulta costituito da travi con sezione a  $\pi$  capovolto prefabbricate in c.a.p. a fili aderenti.

La sezione trasversale dell'impalcato, fuori tutto, è di 29.70 m. ed è sorretta da n. 11 travi accostate poste ad interasse di 2.50 m. e di **luce 25.00** m. fra gli assi delle apparecchiature d'appoggio, **per tre campate** collegate da catena cinematica.

Il varo delle travi può essere effettuato agevolmente anche in aree di cantiere limitate.

#### Sottostrutture

La spalla S2 in c.a. (sismica) è predisposta per contrastare la forza orizzontale longitudinale dovuta al sisma, ha una larghezza di 29.70 m., un'altezza massima di 5.38.

Lo spessore del paramento verticale è di 1.60 m, i muri andatori hanno entrambi spessore in testa 0.5 m.

La spalla S1, sulla quale sono presenti i vincoli mobili longitudinali ha le stesse caratteristiche geometriche della spalla S2 con un'altezza massima di 7.88m.

Le Pile sono piene in c.a. hanno una larghezza di 27.70 m , uno spessore di 1.40 m, con un pulvino per permettere l'appoggio delle travi largo 2,30 m., le altezze della pila P1 è 10,90 m. e della pila P2 è 10,30 m.

Le fondazioni delle due spalle sono su pali trivellati di grosso diametro con  $\varnothing = 1000$ .

I pali sono disposti a file parallele con interassi 3.00 x 3.00m per un numero complessivo di pali a metro di sviluppo di fondazione pari a 1.0, per le spalle S1, e a file parallele con interassi 3.00 x 3.50m per un numero complessivo di pali a metro di sviluppo di fondazione pari a 0.86, per le spalle S2. Anche le fondazioni delle pile sono su pali trivellati di grosso diametro con  $\varnothing = 1000$ , e disposti a file parallele.

### **2.6.7 Ponte sul Torrente Marmorano**

La realizzazione di quest'opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato dall'autostrada al Km 9+581,73. Planimetricamente esso risulta ubicato lungo un ramo di clotoide.

Altimetricamente è posizionato lungo una livelletta di pendenza longitudinale 2,3 %.

#### **Impalcato**

L'impalcato del ponte risulta costituito da travi piene prefabbricate in c.a.p. a fili aderenti.

La sezione trasversale dell'impalcato, fuori tutto, è di 14.85 m. ed è sorretta da n. 20 travi accostate poste ad interasse di 0.70 m. e di **luce 16 m.** fra gli assi delle apparecchiature d'appoggio.

Il varo delle travi può essere effettuato agevolmente anche in aree di cantiere limitate.

#### **Sottostrutture**

La spalla S1 in c.a. ha una larghezza di 29.70 m. ed altezza massima 7.40 m.

Lo spessore del paramento verticale è di 1.60 m, i muri andatori hanno entrambi spessore in testa 0.5 m.

La spalla S2, ha un'altezza massima pari a 7.01 mentre le altre caratteristiche geometriche sono identiche a quelle della spalla S1.

Le fondazioni delle due spalle sono anch'esse su pali trivellati di grosso diametro con  $\varnothing = 1000$  mm.

I pali sono disposti a quinconce con interasse minimo tra i pali 3.13 m per un numero complessivo di pali a metro di sviluppo di fondazione pari a 0.86, per le spalle S1 e S2.

### **2.6.8 Ponte scatolare sul torrente Marmorana (sez. 422-424)**

La realizzazione di quest'opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato dall'autostrada al Km 10+593. Detto ponte scatolare sostituisce il tombino scatolare esistente che incompatibile con la configurazione planimetrica dell'autostrada dovrà essere demolito.

Planimetricamente esso risulta ubicato lungo una curva circolare di raggio  $R= 1300$  metri, inclinato rispetto a questo (vedi scheda).

Altimetricamente è posizionato lungo una livelletta di pendenza longitudinale 2,3 %.

L'opera strutturale si compone di uno **scatolare** in c.a. gettato in opera di dimensioni esterne pari a **12.40 x 5.50 m.** aventi i seguenti spessori:

solettone di fondazione 1.20 m., pareti laterali 1.20 m., solettone di copertura di 1.00 m. lunghezza 53.15 m; luce netta pari a 10.00 m; altezza 2.50 m.

Gli imbocchi sono raccordati sia monte che a valle con il muro esistente in c.a. da un lato e da un muro in gabbioni 1.00x1.00x2.00 alto 3.00 m per una lunghezza di circa 20.00 m

Il solettone è previsto gettato in opera su uno strato di magrone dello spessore di 20 cm.

L'alveo è rivestito con materassi dello spessore di 50 cm per circa 25 m e sia in entrata che in uscita degli scatolari con taglioni di ammorsamento sia a monte che a valle, le sponde sono in gabbioni 1.00x1.00x2.00 m.

### **2.6.9 Ponte di collegamento tra Via Piana e Via Gesso (sez. 235-240)**

La realizzazione di quest'opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato al Km 5+886 della strada di progetto prevista per il collegamento fra Via Piana e Via Gesso e planimetricamente esso risulta ubicato lungo un rettilineo.

Altimetricamente è posizionato lungo una livelletta di pendenza longitudinale 4 % circa.

#### Impalcato

L'impalcato del ponte **a due luci** risulta costituito da travi con sezione a  $\pi$  capovolto prefabbricate in c.a.p. a fili aderenti.

La sezione trasversale dell'impalcato, fuori tutto, è di 10.10 m. ed è sorretta da n. 3 travi accostate poste ad interasse di 2.50 m. e di **luce 27.00 m.** fra gli assi delle apparecchiature d'appoggio.

Il varo delle travi può essere effettuato agevolmente anche in aree di cantiere limitate.

#### Sottostrutture

La spalla S1 in c.a. (sismica) è predisposta per contrastare la forza orizzontale longitudinale dovuta al sisma, ha una larghezza di 10.10 m., un'altezza del fusto massima di 6.00.

Lo spessore del paramento verticale è di 1.60 m , i muri andatori hanno entrambi spessore in testa 0.5 m.

**RELAZIONE TECNICA**

La spalla S2, sulla quale sono presenti i vincoli mobili longitudinali ha le stesse caratteristiche geometriche della spalla S1 con un'altezza massima di 6.50m.

La Pila è piena in c.a. ha una larghezza di 6.90 m , uno spessore di 1.40 m, e con un pulvino per permettere l'appoggio delle travi largo 2,30 m, l'altezza della pila P1 è 14,85 m. Le fondazioni delle due spalle sono su pali trivellati di grosso diametro con  $\varnothing = 1000$ .

I pali sono disposti a file parallele con interassi 3.00 x 3.00m per un numero complessivo di pali a metro di sviluppo di fondazione pari a 1.0, per le spalle S1, e a file parallele con interassi 3.00 x 3.00m per un numero complessivo di pali a metro di sviluppo di fondazione pari a 1.00, per le spalle S2. Anche le fondazioni delle pile sono su pali trivellati di grosso diametro con  $\varnothing = 1000$ , e disposti a file parallele.

**2.6.10 Cavalcavia via Funno**

Sviluppo delle rampe:	298,65 m
Rampa nord pendenza:	10,9 %
Curva su rampa nord:	R= 50 m
Pendenza rampa sul cavalcavia:	2,50 %
Rampa sud pendenza:	11,5 %
Curve su rampe sud:	R= 30 m; R= 30 m; R= 25m
Raccordi verticali:	Rmin= 450 m

Il cavalcavia in oggetto ha la funzione di restituire la continuità alla strada comunale interferita dalla nuova strada di progetto.

Rispetto alla posizione della strada esistente il cavalcavia è ubicato a Valle di questa, e corre fino alla sezione 12 sovrapposta alla strada esistente e da questa fino alla sezione 16 in fregio alla bretella che si dirama dalla strada comunale ed a servizio degli edifici retrostanti.

La conformazione della bretella è quella tipica ad omega ( $\Omega$ ).

La sezione tipo impiegata è quella di categoria F "ambito urbano" che è così costituita:

due corsie da 2,75 metri, due banchine da 0,50 metri e due marciapiedi da 1,50 metri per una larghezza totale di 9,50 metri.

#### Impalcato

L'impalcato del cavalcavia risulta costituito da travi con sezione a  $\pi$  capovolto prefabbricate in c.a.p. a fili aderenti.

La sezione trasversale dell'impalcato, fuori tutto, è di 10.90 m. ed è sorretta da n. 4 travi accostate poste ad interasse di 2.50 m. e di **luce 17.35 m.** fra gli assi delle apparecchiature d'appoggio.

Il varo delle travi può essere effettuato agevolmente anche in aree di cantiere limitate.

#### Sottostrutture

La spalla S1 in c.a. (sismica) è predisposta per contrastare la forza orizzontale longitudinale dovuta al sisma, ha una larghezza di 10.90 m., un'altezza massima di 9.18.

Lo spessore del paramento verticale è di 1.80 m, i muri andatori hanno entrambi spessore in testa 0.5 m.

La spalla S2, sulla quale sono presenti i vincoli mobili longitudinali ha le stesse caratteristiche geometriche della spalla S1 con un'altezza di 9.18 m.

Le Pile sono piene in c.a. hanno una larghezza di 9.36 m , uno spessore di 1.40 m, con un pulvino per permettere l'appoggio delle travi largo 2,30 m., l' altezza della pila P1 è 7.45 m.

Le fondazioni delle due spalle sono anch'esse su pali trivellati di grosso diametro con  $\varnothing = 1000$  mm.

I pali sono disposti a quinconce con interasse minimo 3.01 m per un numero complessivo di pali a metro di sviluppo di fondazione pari a 1.11, per le spalle S2, e a file parallele con interassi 3.00 x 3.00 m per un numero complessivo di pali a metro di sviluppo di fondazione pari a 1.33, per le spalle S1. Anche le fondazioni delle pile sono su pali trivellati di grosso diametro con  $\varnothing = 1000$ , e disposti a file parallele.

**2.6.11 Cavalcavia in corrispondenza della Rotatoria (n°2 alla sez. 407-408 e sez. 410)**

Sviluppo della rotatoria:	215,58 m
Pendenza rotatoria:	0,00 %
Pendenza rotatoria sul cavalcavia:	0,00 %
Raggio rotatoria	R= 30,00 m

I due cavalcavia in oggetto hanno la funzione di restituire la continuità alla rotatoria che collega le due complanari in prossimità del Centro Commerciale Panorama.

La rotatoria, di tipo allungato, è costituita da due tratti rettilinei di lunghezza 13,54 metri ciascuno in corrispondenza di due cavalcavia e da due semicirconferenze di raggio R= 30,00 m e sviluppo di 94,24 metri ciascuna.

La sezione tipo impiegata è costituita da una piattaforma stradale di 9,00 metri di larghezza e da due marciapiedi da 1,50 metri.

La rotatoria, per il tramite della bretella di collegamento a doppio senso di marcia, rende anche possibile il collegamento, con il ramo di monte della strada comunale interferita alla sezione n. 420.

**Impalcato**

L'impalcato dei cavalcavia risulta costituito da travi con sezione a  $\pi$  capovolto prefabbricate in c.a.p. a fili aderenti.

La sezione trasversale dell'impalcato, fuori tutto, è di 14.37 m. ed è sorretta da n. 5 travi accostate poste ad interasse di 2.50 m. e di **luce 30.00** m. fra gli assi delle apparecchiature d'appoggio.

Il varo delle travi può essere effettuato agevolmente anche in aree di cantiere limitate.

**Sottostrutture**



RELAZIONE TECNICA

La spalla S1 in c.a. (sismica) è predisposta per contrastare la forza orizzontale longitudinale dovuta al sisma, ha una larghezza di 14.37 m., un'altezza massima di 10.00 m.

Lo spessore del paramento verticale è di 1.80 m, i muri andatori hanno entrambi spessore in testa 0.5 m.

La spalla S2, sulla quale sono presenti i vincoli mobili longitudinali ha le stesse caratteristiche geometriche della spalla S1 con un'altezza di 10.50 m.

Le fondazioni delle due spalle sono anch'esse su pali trivellati di grosso diametro con  $\varnothing = 1000$  mm.

I pali sono disposti a file parallele con interassi 3.00 x 3.00 m per un numero complessivo di pali a metro di sviluppo di fondazione pari a 1.33, per le spalle S1 e S2.

### **2.6.12 Sottovia svincolo di Gaeta**

Sviluppo delle rampe: 1464,95 m

Pendenza rampa sul sottovia: 0,00 %

Il sottopasso in oggetto ha la funzione di restituire la continuità al ramo discendente dello svincolo a trombeta in corrispondenza della sezione n. 43.

La sezione tipo impiegata è quella della categoria C2 "ambito extraurbano" che è così costituita:

due corsie da 4,00 metri, due banchine da 1,00 metri e due marciapiedi da 0,60 metri, per una larghezza totale di 11,20 metri.

L'opera strutturale si compone di uno scatolare in c.a. gettato in opera di dimensioni esterne pari a 13.60 x 8.80 m. aventi i seguenti spessori:

**RELAZIONE TECNICA**

solettone di fondazione 1.20 m., pareti laterali 1.20 m., solettone di copertura di 1.20 m.  
lunghezza 15.60 m; luce netta pari a 11.20 m; altezza 5.10 m.

Gli imbocchi sono raccordati a monte con muri d'ala in c.a. ad altezza variabile e  
lunghezza pari a 8.19 a valle con muri andatori di altezza variabile lunghi 8.00 m

Il solettone è previsto gettato in opera su uno strato di magrone dello spessore di 20 cm.

**2.6.13 Sottovia Via degli Archi sez. 325-328 alla progressiva Km 8+119,00**

Sviluppo delle rampe:	610,00+168,80= 778,80 m
Rampa nord pendenza:	6,02 %
Curve su rampa nord:	R=100 m; R=125 m; R=220 m; R=75 m; R=85 m; R=90 m.
Pendenza rampa sul sottovia:	6,29 %
Rampa sud pendenza:	6,29 %
Curve su rampe sud:	R= 60 m; R= 100 m; R= 175 m.
Raccordi verticali:	Rmin= 2500 m

Il sottovia in oggetto ha la funzione di restituire la continuità alla strada comunale interferita dalla nuova strada di progetto che viene sottopassata in diagonale.

Rispetto alla posizione della strada esistente il sottovia è ubicato a Monte di questa; così come la parte di tracciato compreso fra la sezione 20 e la sezione 42.

Il sottovia oltre che dare continuità alla Via degli Archi, per il tramite di una bretella di collegamento di lunghezza di 168,80 metri, da continuità al ramo di monte della strada comunale interferita dall'autostrada tra le sezioni 347÷348 – progressiva Km 8+700,00.

La sezione tipo impiegata è quella di categoria F “*ambito urbano*” che è così costituita:

**RELAZIONE TECNICA**

due corsie da 2,75 metri, due banchine da 0,50 metri un marciapiede da 1,50 metri, un marciapiede protetto( utilizzabile come pista ciclabile) da 2,25 metri per una larghezza totale di 10,25 metri.

L'opera strutturale interseca l'asse autostradale con una inclinazione di 36 gradi. Essa si compone di uno scatolare in c.a. gettato in opera di dimensioni esterne pari a 12.65 x 8.80 m. aventi i seguenti spessori:

solettone di fondazione 1.20 m., pareti laterali 1.20 m., solettone di copertura di 1.20 m. lunghezza 98.80 m; luce netta pari a 10.25 m; altezza 5.10 m.

Gli imbocchi sono raccordati a monte con muri andatori in c.a. ad altezza variabile e lunghezza pari a 16.80 m a valle con muri andatori in c.a. ad altezza variabile e lunghezza pari a 31.00 m.

Il solettone è previsto gettato in opera su uno strato di magrone dello spessore di 20 cm.

Il terreno è costituito da una coltre superficiale di argille detritiche alluvionali/colluviali che poggiano sulla sottostante base di argille caotiche, le fondazioni sono dirette.

**2.6.14 Sottovia Via Pietra Erta sez. 365-366 alla progressiva Km 9+128,00**

Sviluppo delle rampe:	526,48 m
Rampa nord pendenza:	7,89 %
Curve su rampa nord:	R= 70 m; R=70 m;
Pendenza rampa sul sottovia:	2,50 %
Rampa sud pendenza:	5,90 %
Curve su rampe sud:	R= 30 m; R= 30; R= 25.
Raccordi verticali:	Rmin= 450 m

Il sottopasso in oggetto ha la funzione di restituire la continuità alla strada comunale interferita dalla nuova strada di progetto.

**RELAZIONE TECNICA**

Rispetto alla posizione della strada esistente il sottovia è ubicato a Valle di questa fra le sezioni 15 e 43 ed a Monte della stessa dalla sezione 46 al termine.

La conformazione della bretella è quella tipica ad omega ( $\Omega$ ).

La sezione tipo impiegata è quella della categoria F "ambito urbano" che è così costituita: due corsie da 2,75 metri, due banchine da 0,50 metri e due marciapiedi da 1,5 a 2.25 metri.

Per contenere gli scavi e conseguentemente gli espropri lungo la rampa nord sono stati adottati muri di sottoscarpa.

Sulla rampa sud ciò non è stato possibile in quanto per evitare di adottare un impianto di sollevamento delle acque piovane si è progettato un circuito idraulico profondo di adduzione e scarico sul torrente Acqua Traversa.

L'opera interseca l'asse autostradale con una inclinazione di 84 gradi.

Essa si compone di uno scatolare in c.a. gettato in opera di dimensioni esterne pari a 12.65x8.80 m. aventi i seguenti spessori:

solettone di fondazione 1.20 m., pareti laterali 1.20 m., solettone di copertura di 1.20 m. lunghezza 29.68 m; luce netta pari a 10.25 m; altezza 5.10 m.

Gli imbocchi sono raccordati a monte con muri andatori in c.a. ad altezza variabile e lunghezza pari a 185.00 m e a valle con muri d'ala di altezza 8.00 m e lunghezza pari 9.00 m (a destra) e 9.64 (a sinistra).

Il solettone è previsto gettato in opera su uno strato di magrone dello spessore di 20 cm.

Il terreno è costituito da una coltre superficiale di argille detritiche alluvionali/colluviali che poggiano sulla sottostante base di argille caotiche, le fondazioni sono dirette.

**2.6.15 Sottovia Via Appia Bis sez. 389-394 alla progressiva Km 9+750,00**

Sviluppo delle rampe:	398,86 m
Rampa est pendenza:	6,82 %
Curve su rampa nord:	R= 200 m; R=200 m;
Pendenza rampa sul sottovia:	2,30 %
Rampa ovest pendenza:	6,12 %

RELAZIONE TECNICA

Curve su rampe sud:  $R= 300 \text{ m};$   
Raccordi verticali:  $R_{\min}= 450 \text{ m}$

Il sottovia in oggetto ha la funzione di restituire la continuità all'Appia Bis che da questo punto in poi si sdoppia in due complanari a senso unico in fregio all'autostrada di progetto che fino alla svincolo di S. Croce ingloba la sua sede.

La complanare di monte è dotata di una pista pedonale( utilizzabile come pista ciclopedonale) protetta di larghezza 3,00 metri che corre sopraelevata di circa 2,40 metri rispetto al piano stradale, nel tratto di sottopasso, per portarsi gradualmente a zero lungo le due rampe di accesso.

La sezione tipo ha una larghezza complessiva di 10,25 metri e così costituita:  
una corsia da 4,50 metri, due banchine da 1,50 e 0,50 metri e due marciapiedi da 3,00 e 0,75 metri.

Anche per questo sottopasso è stato progettato un circuito idraulico profondo, di adduzioni al recettore naturale, delle acque piovane.

L'opera interseca l'asse autostradale con una inclinazione di 25 gradi.

Essa si compone di uno scatolare in c.a. gettato in opera di dimensioni esterne pari a 12.65x8.80 m. aventi i seguenti spessori:

solettone di fondazione 1.20 m., pareti laterali 1.20 m., solettone di copertura di 1.20 m. lunghezza 80.00 m; luce netta pari a 10.25 m; altezza 5.10 m.

Gli imbocchi sono raccordati a monte con muri andatori in c.a. ad altezza variabile e lunghezza pari a 71.60 m e a valle con muri andatori di altezza variabile e lunghezza pari 73.40 m.

Il solettone è previsto gettato in opera su uno strato di magrone dello spessore di 20 cm.

Il terreno è costituito da una coltre superficiale di argille detritiche alluvionali/colluviali che poggiano sulla sottostante base di argille caotiche, le fondazioni sono dirette.

**2.6.16 Prolungamento sottovia Via Vado Ceraso      Sez. 442-443**

Pendenza rampa nel sottovia 1.5 %

Il sottopasso in oggetto ha la funzione di restituire la continuità alla strada comunale interferita dalla nuova strada di progetto che avendo una sezione maggiore necessita quindi di un prolungamento su ambedue i lati.

La sezione tipo ha una larghezza complessiva di 6,00 metri e mantiene le stesse caratteristiche della sezione del sottovia esistente.

Per l'esecuzione del prolungamento dello scatolare sarà necessario realizzare delle paratie a protezione del rilevato della Via Appia affinché la si possa percorrere durante l'esecuzione dell'opera.

Essa si compone di uno scatolare in c.a. gettato in opera di dimensioni esterne pari a 8.00x5.45 m. aventi i seguenti spessori:

solettone di fondazione 1.00 m., pareti laterali 1.00 m., solettone di copertura di 1.00 m. lunghezza 9.92 m verso monte e 10.21 m verso valle; luce netta pari a 6.00 m; altezza 3.30 m.

Gli imbocchi sono raccordati a monte da un lato con muro andatore in c.a. ad altezza variabile e lunghezza pari a 5.00 m mentre dall'altro lato con un muro d'ala di lunghezza pari a 40.76 m.; a valle con muri andatori di altezza variabile e lunghezza pari 4.50 m. (vedi disegno).

Si prevede inoltre di rimodellare planimetricamente le piattaforme stradali che servono il sottopasso.

Il solettone è previsto gettato in opera su uno strato di magrone dello spessore di 20 cm.

Il terreno è costituito da una coltre superficiale di argille detritiche alluvionali/colluviali che poggiano sulla sottostante base di argille caotiche, le fondazioni sono dirette.

### 2.6.17 Tombini

Sono presenti n. 5 tombini scatolari.

Le dimensioni delle sezioni previste variano da 2,00 x 2,50 m. a 6,00 x 3,00 m. mentre le lunghezze sono in funzione della larghezza del rilevato stradale, della viabilità suddetta.

Il materiale adoperato prevede calcestruzzo con Rck 250 e acciaio FeB44k.

Ove necessario a monte ed a valle sono previste sistemazioni idrauliche con l'impiego di taglioni, gabbioni, materassi e pietrame sciolto, in funzione della portata della pendenza dell'alveo.

I tombini sono ubicati alle seguenti progressive:

1. Scatolare	2,00 x 2,50	Km 0 + 290,00
2. Scatolare	6,00 x 3,00	Km 0 + 355,00
3. Scatolare sospeso	3,00 x 3,00	Km 6 + 455,00
4. Scatolare	2,00 x 2,50	Km 7 + 010,00
5. Scatolare	3,00 x 2,50	Km 9 + 913,55

## **2.7 GALLERIE**

### **2.7.1 GALLERIA COSTAMEZZA**

L'opera in oggetto consiste in una galleria a doppia canna di tipo bidirezionale.

All'interno di ciascuna galleria, la carreggiata è suddivisa in due corsie di marcia, ciascuna di larghezza 3,75 m, una corsia di emergenza di 3,00 m e due banchine di 0,70 m. E' delimitata al margine destro e sinistro da un manufatto avente profilo ridirettivo rigidamente collegato alla fondazione stradale, che separa le corsie da uno spazio riservato agli impianti tecnologici.

Tra le due gallerie sono previste, ad intervalli regolari, gallerie trasversali di collegamento. distinte in due tipologie, "carrabili" e "pedonali". I collegamenti pedonali sono ogni 300 m, mentre i collegamenti per il passaggio dei veicoli di sono distribuiti ogni 900 m.. Sono state previste, inoltre piazzole di sosta ogni 600 m aventi dimensioni di 45 x 3 m. In totale sono previsti pertanto 10 by-pass pedonali, 5 by-pass carrabili e 8 piazzole di sosta, quattro per ogni direzione di marcia.

La galleria Costamezza presenta una lunghezza media di circa 5338 m, considerando una leggera differenza della canna di valle, che è più lunga rispetto a quella di monte di circa 10 metri. Gli imbocchi sono sagomati a becco di flauto per realizzare un migliore inserimento dell'opera nell'ambiente circostante.

La galleria ha inizio in corrispondenza dell'attraversamento della S.S. Appia che viene sottopassata poco al di sotto del piano stradale. Si sviluppa sotto i rilievi di Costamezza, altezza 400 m, Monte Santa Maria 590 m e monte di Mola altezza 485 m.

Le formazioni geologiche attraversate sono le "Argille con Gessi" (molto simili alle famiglia delle argille caotiche tipiche dell'Appennino meridionale), e le formazioni delle "Dolomie" e dei "Calcari". Nella zona di passaggio tra queste due formazioni è previsto un tratto di attraversamento all'interno dei Conglomerati Neritici.



RELAZIONE TECNICA

All'interno delle argille del caotico le coperture variano dai 4 - 5 m nella zona dell'imbocco sino ai 65 - 70 m nella zona di passaggio tra materiali argillitici e conglomerati, mentre all'interno dei calcari e dolomie le coperture variano tra i 75 - 80 m ad oltre i 450 m.

In base ai risultati delle indagini geologiche eseguite in sito e delle prove di laboratorio effettuate sui campioni indisturbati, nonché delle informazioni disponibili in bibliografia e/o sulla base di esperienze analoghe, è stato possibile delineare una caratterizzazione geotecnica di prima fase dei vari litotipi che interferiscono con l'opera in progetto nell'ambito dell'attuale tracciato.

Tali informazioni necessitano di verifica e approfondimenti mediante la programmazione ed esecuzione di una ulteriore campagna di indagini.

Per la caratterizzazione geotecnica preliminare si fa pertanto riferimento alle seguenti unità stratigrafiche:

- ARGILLE CON GESSI (formazione argillosa)
- DOLOMIE E CALCARI;

Le argille con gessi sono materiali costituiti prevalentemente da limi e argille con percentuali anche dell'80÷90%; la frazione argillosa è in media prevalente. La restante porzione è costituita da sabbie. L'indice plastico è mediamente compreso tra 20 e 25 con un contenuto d'acqua naturale intorno al 20%. Per le argille detritiche il contenuto d'acqua è invece intorno al 40% a denotare una minore consistenza.

Per le argille con gessi il peso di volume è dell'ordine di 21 ÷ 22 kN/m<sup>3</sup>.

La loro resistenza al taglio in termini di tensioni totali si può stimare dell'ordine di 150 ÷ 250 kPa, mentre per le argille detritiche è dell'ordine di 100 ÷ 150 kPa.

Per la resistenza in termini di tensioni efficaci in condizioni di picco si possono attribuire i seguenti parametri:

$$c' = 20 \div 40 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 24 \div 20$$

mentre in condizioni residue si può considerare:

RELAZIONE TECNICA

$$c' = 10 \div 15 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 20 \div 16^\circ$$

con riferimento alla deformabilità si può considerare:

$$E_u = 40 \div 60 \text{ MPa} \quad \text{modulo non drenato};$$

$$E' = 20 \div 35 \text{ MPa} \quad \text{modulo drenato.}$$

Tale parametri sono stati assunti in base ai dati disponibili e sulla base di informazioni bibliografiche su terreni simili.

Per l'ammasso costituito da dolomie e calcari, si possono considerare i seguenti parametri geomeccanici, suddivisi in diverse classi facendo riferimento alla classificazione di Bieniawski):

Classe II

$$\square = 26 \div 27 \text{ kN/m}^3;$$

$$c' = 500 \div 700 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 35^\circ$$

$$E' = 25000 \text{ MPa.}$$

Classe III

$$\square = 26 \div 27 \text{ kN/m}^3;$$

$$c' = 400 \div 500 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 35^\circ$$

$$E' = 15000 \text{ MPa.}$$

Classe IV

$$\square = 26 \div 27 \text{ kN/m}^3;$$

$$c' = 300 \div 350 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

## RELAZIONE TECNICA

$$E' = 8000 \quad \text{MPa.}$$

Classe V

$$\square = 26 \quad \text{kN/m}^3;$$

$$c' = 200 \div 300 \quad \text{kPa};$$

$$\varphi' = 25 \quad ^\circ$$

$$E' = 4000 \quad \text{Mpa}$$

Le problematiche, dal punto di vista di risposta meccanica dell'ammasso soggetto allo scavo, sono connesse alla stabilità del fronte di scavo all'interno delle argille con gessi ed al rilascio di cunei o tetti rocciosi all'interno dell'ammasso calcareo di classe superiore. Nel caso di classe inferiore va anche preso in considerazione il problema della stabilità del cavo e del fronte soprattutto in virtù delle alte pressioni iniziali.

Da considerare che lo scavo all'interno di un materiale come le "argille caotiche" o le "argille con gessi" che, pur avendo allo stato indisturbato delle buone caratteristiche meccaniche, può anche essere eseguito senza particolari problemi; le problematiche possono nascere immediatamente dopo lo scavo in quanto questi materiali sono particolarmente suscettibili al disturbo generato dall'esposizione all'aria ed all'acqua. Infatti il materiale tende ad alterarsi mentre le sue caratteristiche meccaniche si abbassano fino ai valori indicati nel punto precedente.

Il processo di alterazione influisce quindi in modo determinante sulle risposte meccaniche dell'ammasso; esperienze in materiali simili mostrano che, se non opportunamente controllati, i fenomeni deformativi sfociano facilmente in instabilità, creando problemi di sicurezza e di produzione.

Lo scavo della galleria è previsto a piena sezione e con sistemi tradizionali.

Lo scavo all'interno delle argille con gessi, sarà eseguito mediante l'uso di escavatori meccanici, mettendo in opera opportuni elementi di rinforzo in avanzamento rispetto al fronte (preconsolidamento).

L'avanzamento nei materiali calcarei sarà eseguito utilizzando esplosivi.

RELAZIONE TECNICA

Lo scavo in tradizionale e' la soluzione che, sulla base dei dati attualmente disponibili, risulta essere quella proponibile, sia perché esperienze di scavo in materiali simili (con riferimento alle argille con gessi) hanno dimostrato la fattibilità senza ricorrere a particolari tecniche, sia perché la flessibilità del sistema permette di tarare gli interventi soprattutto nel tratto a copertura inferiore dove è necessario controllare le deformazioni della cavità per evitare che le stesse creino subsidenze incompatibili con la funzionalità e con la statica degli edifici presenti in superficie.

Per l'esecuzione dello **scavo all'interno delle argille caotiche sotto la massima copertura**, si prevede la realizzazione del sistema di preconsolidamento e di sostegno di prima fase. Il sistema nel suo complesso garantisce la stabilità del fronte di scavo e della cavità riducendo al minimo le deformazioni e di conseguenza il richiamo degli agenti alteranti (soprattutto acqua) la struttura dell'ammasso. In sintesi tali interventi consistono in :

*Preconsolidamento del fronte e del cavo:*

- n. 43 - 64 elementi in vetroresina a 3 piatti per il consolidamento del fronte di scavo; la lunghezza complessiva degli elementi è prevista in 24.0 m con sovrapposizione minima di 8.0 m;
- n. 53 elementi in vetroresina analoghi a quelli sopra descritti, distribuiti in corrispondenza del profilo di scavo per il preconsolidamento dell'ammasso lungo il contorno della cavità;
- n. 6+6 elementi in vetroresina analoghi a quelli sopra descritti, ma di lunghezza media pari a 12.0 m con sovrapposizione minima di 4.0 m, distribuiti in corrispondenza dell'attacco piede centina-arco rovescio provvisorio, dove cioè si concentrano maggiormente le tensioni indotte dallo scavo;

*Sostegno di prima fase:*

- Centine IPN 220 ad interasse di 1.0 m collegate da catene in acciaio Feb32k
- Arco completo di spritz beton armato con rete elettrosaldata avente spessore medio di 30 cm

RELAZIONE TECNICA

- Arco rovescio provvisorio costituito da centine IPN220 a passo 1.0 m collegate con apposito elemento alle centine dell'arco superiore. Non si prevede, per evitare eccessivi rallentamenti alla produzione, lo spritz beton in arco rovescio. Lo spazio tra le centine verrebbe riempito con materiale di scavo per permettere un immediato transito dei mezzi di lavoro.

Al sistema sopra descritto verrebbero associati, se le condizioni dell'ammasso lo richiedessero, 4 dreni suborizzontali in avanzamento, rispetto al fronte, di lunghezza pari a 30 m.

Per l'esecuzione dello **scavo all'interno delle argille, nel tratto di minima copertura**, dove oltre al controllo dei fenomeni deformativi della cavità è necessario prevedere il controllo delle subsidenze, si prevede la realizzazione del sistema di preconsolidamento e di sostegno di prima fase. Per ragioni di ottimizzazione del processo produttivo, il sistema è volutamente analogo a quello descritto in precedenza; le variazioni rispetto agli interventi sotto massima copertura sono relative a: interasse degli elementi di consolidamento del fronte, inserimento di micropali di consolidamento del contorno del cavo, eventuale introduzione di elementi di compensazione del "gap" tra profilo di scavo e centine (ove le condizioni geologiche lo richiedano) al fine di ridurre al minimo l'effetto sulla subsidenza.

In sintesi gli interventi previsti per la sezione in esame consistono in:

*Preconsolidamento del fronte e del cavo:*

- n. 43 elementi in vetroresina a 3 piatti per il consolidamento del fronte di scavo; la lunghezza complessiva degli elementi è prevista in 24.0 m con sovrapposizione minima di 8.0 m;
- n. 53 elementi in vetroresina analoghi a quelli sopra descritti, distribuiti in corrispondenza del profilo di scavo per il preconsolidamento dell'ammasso lungo il contorno della cavità;

RELAZIONE TECNICA

- n. 43 micropali disposti ad ombrello di lunghezza 12.0 m, interasse 40 cm, inclinazione 5° con sovrapposizione 4.0 m, armati con tubolare in acciaio diametro 127 mm e spessore 10 mm;
- n. 6+6 elementi in vetroresina analoghi a quelli sopra descritti, ma di lunghezza media pari a 12.0 m, distribuiti in corrispondenza dell'attacco piede centina-arco rovescio provvisorio, dove cioè si concentrano maggiormente le tensioni indotte dallo scavo.

*Sostegno di prima fase:*

- Centine IPN 220 ad interasse di 1.0 m collegate da catene in acciaio FeB32k;
- Nel caso in cui le condizioni geologiche lo richiedono, verranno posti in opera elementi tipo Bull-Flex da apporre tra centina e profilo di scavo da iniettare immediatamente dopo la loro installazione per un contrasto immediatamente efficace della centinatura;
- Arco completo di spritz beton armato con rete elettrosaldata avente spessore medio di 30 cm
- Arco rovescio provvisorio costituito da centine IPN220 a passo 1 m collegate con apposito elemento alle centine dell'arco superiore. Anche in queste tratta non si prevede lo spritz beton in arco rovescio. Lo spazio tra le centine verrebbe riempito con materiale di scavo per permettere un immediato transito dei mezzi di lavoro;

Per la realizzare lo scavo **all'interno dell'ammasso calcareo-dolomitico**, si prevede una tipologia di consolidamento e di sostegno funzione della classe di roccia trovata.

Più in dettaglio è stato previsto quanto segue:

*Ammasso di classe II (Sezione tipo N1)*

- Bulloni sporadici tipo superswellex a sostegno di cunei o tetti di roccia localmente instabili;
- Spritz beton spessore medio 5 cm armato con rete elettrosaldata esteso per tutto l'arco superiore piedritti inclusi;

RELAZIONE TECNICA

- Bullonatura sistematica disposta a raggiera nel numero di 10+11 bulloni in acciaio ordinario Fe B 44 K di lunghezza pari a 4.5 m cementati per tutta la lunghezza, interasse longitudinale 1.5 m e trasversale 3.0 m;
- Spritz-beton spessore medio 5 cm a copertura della testa dei bulloni.

*Ammasso di classe III (Sezione tipo N2)*

- Bulloni a consolidamento provvisorio, tipo superswellex disposti a raggiera, nel numero di 12+13 bulloni disposti nelle pareti dello scavo di lunghezza pari a 3.0 m ed interasse longitudinale di 2.0 m e trasversale di 1.8 m;
- Spritz beton spessore medio 5 cm armato con rete elettrosaldata esteso per tutto l'arco superiore piedritti inclusi;
- Bullonatura sistematica disposta a raggiera nel numero di 12+13 bulloni in acciaio ordinario Fe B 44 K di lunghezza pari a 4.5 m cementati per tutta la lunghezza, interasse longitudinale 1.0 m e trasversale 1.8 m;
- Spritz-beton spessore medio 5 cm a copertura della testa dei bulloni.

*Ammasso di classe IV (Sezione tipo N3)*

- Bulloni a consolidamento provvisorio, tipo superswellex disposti a raggiera, nel numero di 14+15 bulloni disposti nelle pareti dello scavo di lunghezza pari a 3.0 m ed interasse longitudinale di 1.2 m e trasversale di 1.5 m;
- Spritz beton di prima fase spessore medio 3 cm a regolarizzazione superficie e creazione coesione superficiale;
- Sostegno di prima fase costituito da centine doppie IPN 180 disposte ad interasse di 1.0 m, collegate mediante catene metalliche, coperte da un getto di spritz beton dello spessore di 25 cm, armato con rete elettrosaldata ed esteso per tutto l'arco superiore piedritti inclusi;

RELAZIONE TECNICA

- Consolidamento del fronte di scavo mediante n. 29 elementi strutturali in vetroresina a 3 piatti, della lunghezza di 24 m con sovrapposizione di 8 m.

*Ammasso di classe V (Sezione tipo N4)*

- Bulloni a consolidamento provvisorio, tipo superswellex disposti a raggiera, nel numero di 22+23 bulloni disposti nelle pareti dello scavo di lunghezza pari a 3.0 m ed interasse longitudinale di 1.0 m e trasversale di 1.0 m;
- Spritz beton di prima fase spessore medio 3 cm a regolarizzazione superficie e creazione coesione superficiale;
- Sostegno di prima fase costituito da centine doppie IPN 180 disposte ad interasse di 1.0 m, collegate mediante catene metalliche, coperte da un getto di spritz beton dello spessore di 25 cm, armato con rete elettrosaldata ed esteso per tutto l'arco superiore piedritti inclusi;
- Consolidamento del fronte di scavo mediante n. 64 elementi strutturali in vetroresina a 3 piatti, della lunghezza di 24 m con sovrapposizione di 8 m.

Il **sostegno definitivo** in calcestruzzo, armato o non armato a seconda delle zone, è stato differenziato sia nella geometria che negli spessori in base alla litologia da attraversare.

Per l'attraversamento del primo tratto di argille con gessi, è stato previsto uno spessore di 90 cm per calotta e piedritti e di 100 cm per l'arco rovescio.

Per l'attraversamento della zona in calcare e dolomie, lo spessore previsto è di 60 cm per la zona di calotta e di piedritti e di 70 cm per l'arco rovescio.

Nel profilo geomeccanico, allegato al progetto, sono riportate le zone in cui è prevedibile la presenza di una armatura totale o parziale del rivestimento definitivo e le zone in cui è presumibile l'assenza di armatura.





## 2.7.2 GALLERIE ARTIFICIALI

### 2.7.2.1 GALLERIA ARTIFICIALE DI BALZORILE 1

#### 2.7.2.1..1 Carreggiata lato Monte

Progressiva imbocco galleria lato Itri	=	5 + 981,25
Quota imbocco galleria lato Itri	=	74,91
Lunghezza	L. =	150,00
Pendenza media	P. =	0,68%
Progressiva galleria lato Formia	=	6 + 131,25
Quota imbocco galleria lato Formia	=	73,89

#### 2.7.2.1..2 Carreggiata lato Valle

Progressiva imbocco galleria lato Itri	=	5 + 981,25
Quota imbocco galleria lato Itri	=	74,91
Lunghezza	L. =	150,00
Pendenza media	P. =	0,68%
Progressiva galleria lato Formia	=	6 + 131,25
Quota imbocco galleria lato Formia	=	73,89

Planimetricamente l'asse medio delle due canne ha uno sviluppo con raggio circolare R= 2570,00 m.

L'intervento comprende la realizzazione della galleria artificiale di Balzorile 1 composta da una canna a Monte ed una a Valle con interasse fra gli assi dei fornici variabile, entrambe le canne sono a sezione rettangolare (vedi figura), ubicate rispettivamente tra le sezioni

RELAZIONE TECNICA

240A e 246A quella di Monte per una lunghezza di 150,00 m.; 240A e 246A quella di Valle per una lunghezza di 150,00 m.

I due fornici, con altezza utile 5,00 hanno dimensioni, al rustico della struttura, pari a: larghezza = 13,35 m.; per ospitare ciascuno una carreggiata composta da due corsie di 3,75 m. una

corsia d'emergenza di 3,00 m. ed una banchina di 0,70 m., per una larghezza totale della carreggiata di 11,20 m.

Nel vano marciapiedi sono ricavate due cunette rettangolari porta cavi; inoltre nel tratto iniziale e finale del fornice di monte e di valle una cunetta per la raccolta dei liquidi provenienti dalla piattaforma stradale.

Due cunette per fornice sono previste per la raccolta dell'acqua di falda talchè la raccolta dei due tipi di liquidi risultino separate.

I fluidi provenienti dalla cunetta del primo tipo, prima di essere immessi in circuito, andranno ai disoleatori.

I piedritti della galleria sono costituiti da palificate di diametro Ø 1200; la copertura è realizzata mediante solettone in c.a. di spessore 1,30 m. **gettato in opera contro terra** previa preparazione del terreno e scapitozzatura dei pali.

La platea di fondo, anch'essa in c.a., ha uno spessore di 0,50 m. ed è gettata sopra uno strato di magrone di 10 cm.

La copertura e la platea di fondo funzionano da puntone tra le palificate.

Lo scavo del terreno, all'interno dei fornici, avverrà dopo che il getto di calcestruzzo del solettone di copertura avrà raggiunto le caratteristiche di resistenza richieste.

All'interno delle gallerie, in corrispondenza dei piedritti, è previsto un rivestimento in dalles prefabbricate previo spianamento della superficie delle palificate con spritzbeton.

Lo spessore totale del rivestimento è di 15 cm.

Lo spianamento è armato con rete elettrosaldata Ø 8 maglia 20 x 20 cm.

I piedritti sono provvisti degli opportuni drenaggi.

Sopra la platea di fondo è prevista la pavimentazione stradale composta da:

- uno strato di riempimento di inerti di spessore 65 cm; fondazione in misto di spessore 50 cm; uno strato di conglomerato di base di spessore 15 cm.; Binder di spessore 5 cm.; Tappeto di usura di spessore 5 cm per un'altezza totale di 140 cm.

La galleria è sormontata da una strada per il ripristino della viabilità locale.

A Monte della galleria è prevista un'opera provvisoria costituita da una palificata formata da pali trivellati Ø 800 a cavallo della sez. n. 245 per una lunghezza in pianta di circa 37,00 m. posta in opera a protezione di un edificio esistente per consentire di eseguire lo scavo fino alla orizzontale alla quota idonea per l'impostazione della testa delle palificate della realizzate mediante pali trivellati Ø 1200.

Sul versante lato Itri, prima dell'imbocco della galleria, è ubicata una palificata definitiva Ø 800 per uno sviluppo in pianta di circa 33,00 m con un ordine di tiranti da trefoli Ø 0,6 per il lato di monte e con uno sviluppo in pianta di circa 20,00 m per il lato di valle non tirantata.

Sul versante lato Formia in corrispondenza dell'imbocco della galleria le palificate definitive Ø 1200 sono stata risvoltate per il contenimento del terreno per uno sviluppo in pianta di circa 8,00 m a monte e per uno sviluppo in pianta di circa 5,20 m a valle.

A completamento della galleria si procederà al rinterro di ricoprimento delle medesime ed alla riprofilatura della scarpata

### **2.7.2.2 GALLERIA ARTIFICIALE DI BALZORILE 2**

Alla soluzione progettuale della Galleria Artificiale di Balzorile 2 si è pervenuti attraverso la comparazione dei costi tra le due soluzioni studiate: ovvero quelli della prescelta con quelli della soluzione avente sezione con profilo interno circolare che, a causa della maggiore profondità della livelletta stradale rispetto al Tronco 1, si sarebbe presentata più idonea a sopportare importanti masse di terreno in copertura, ma che avrebbe imposto l'esecuzione, mediante getto in opera a cielo aperto, con conseguenti maggiori scavi di sbancamento per il raggiungimento del piano di fondazione delle due canne; inoltre sarebbero state necessarie opere provvisorie di contenimento sia a monte che a valle

**RELAZIONE TECNICA**

della Galleria, quindi con maggiori costi, ricavati sulla base dei computi, rispetto alla soluzione prescelta questa è fattibile con un'ideale riprofilatura del terreno e caricando le coperture delle due canne con spessori di terreno compatibili con le strutture progettate, ricorrendo poi, ad opera ultimata ad interventi di ingegneria naturalistica quali le terre rinforzate rinverdibili poste a monte delle scarpate con la finalità di contenere al minimo l'impatto con il territorio circostante.

La natura del terreno formato da argille caotiche alla quota della galleria si addice alla soluzione con l'impiego di pali trivellati di grosso diametro.

**2.7.2.2..1 Carreggiata lato Monte**

Progressiva imbocco galleria lato Itri	=	6 + 200,00
Quota imbocco galleria lato Itri	=	73,75
Lunghezza	L =	425,00
Pendenza media	P =	0,26%
Progressiva galleria lato Formia	=	6 + 625,00
Quota imbocco galleria lato Formia	=	74,85

**2.7.2.2..2 Carreggiata lato Valle**

Progressiva imbocco galleria lato Itri	=	6 + 200,00
Quota imbocco galleria lato Itri	=	73,65
Lunghezza	L =	425,00
Pendenza media	P =	0,26%
Progressiva galleria lato Formia	=	6 + 625,00
Quota imbocco galleria lato Formia	=	74,85

RELAZIONE TECNICA

Planimetricamente l'asse medio delle due canne ha uno sviluppo con raggio circolare  $R=2570,00$  m;

L'intervento prescelto comprende la realizzazione della Galleria Artificiale di Balzorile 2, composta da una canna a Monte ed una a Valle con interasse fra gli assi dei fornici variabile entrambe a sezione rettangolare (vedi disegno), ubicate rispettivamente tra le sezioni 249 e 266 quella di Monte per una lunghezza di 425,00 m.; 249 e 266 quella di Valle per una lunghezza di 425,00 m. Sono previsti due collegamenti tra le due canne.

I due fornici indipendenti hanno dimensioni, al rustico della struttura, pari a: larghezza = 13,35 m.; altezza = m. 6,40 ( altezza utile 5,00 m) per ospitare ciascuno una carreggiata composta da due corsie di 3,75 m. una corsia d'emergenza di 3,00 m. ed una banchina di 0,70 m., per una larghezza totale della carreggiata di 11,20 m.

Nel vano marciapiedi sono ricavate due cunette rettangolari porta cavi; inoltre nel tratto iniziale e finale del fornice di monte e di valle una cunetta per la raccolta dei liquidi provenienti dalla piattaforma stradale.

Due cunette per fornice sono previste per la raccolta dell'acqua di falda talchè la raccolta dei due tipi di liquidi risultino separate.

I fluidi provenienti dalla cunetta del primo tipo, prima di essere immessi in circuito, andranno ai disoleatori.

I piedritti della galleria sono costituiti da palificate di diametro  $\varnothing 1200$ ; la copertura è realizzata

mediante solettone in c.a. di spessore 1,30 m. **gettato in opera contro terra** previa preparazione del terreno e scapitozzatura dei pali.

La platea di fondo, anch'essa in c.a., ha uno spessore di 0,50 m. ed è gettata sopra uno strato di magrone di 10 cm.

La copertura funziona da puntone tra le palificate.

Lo scavo del terreno, all'interno dei fornici, avverrà dopo che il getto di calcestruzzo del solettone di copertura avrà raggiunto le caratteristiche di resistenza richieste.

All'interno delle gallerie, in corrispondenza dei piedritti, è previsto un rivestimento in dalles prefabbricate previo spianamento della superficie delle palificate con spritzbeton.

RELAZIONE TECNICA

Lo spessore totale del rivestimento è di 15 cm.

Lo spianamento è armato con rete elettrosaldato Ø 8 maglia 20 x 20 cm.

I piedritti sono provvisti degli opportuni drenaggi.

Sopra la platea di fondo è prevista la pavimentazione stradale composta da:

- uno strato di riempimento di inerti di spessore 65 cm; fondazione in misto di spessore 50 cm; uno strato di conglomerato di base di spessore 15 cm.; Binder di spessore 5 cm.; Tappeto di usura di spessore 5 cm per un'altezza totale di 140 cm.

In corrispondenza delle sez. n. 251 e delle sez. n. 264-265 la galleria è sormontata da due strade per il ripristino della viabilità locale.

A Monte della galleria è prevista un'opera provvisoria costituita da una palificata formata da pali trivellati Ø 800 che inizia in prossimità della sez. n. 254 e prosegue fino oltre la sez. n. 258 per uno sviluppo in pianta di circa 126,00 m, con ordine di tiranti variabile: da uno nel primo tratto a tre nella parte centrale per terminare con due in prossimità della sez. n. 258.

Posta in opera a protezione degli edifici a monte per consentire di eseguire lo scavo fino alla orizzontale posta alla quota idonea per l'impostazione della testa delle palificate realizzate mediante pali Ø 1200.

Dopo l'ultimazione della galleria, nella fase di riprofilatura del terreno, sarà realizzata, nello stesso tratto, una terra rinforzata rinverdibile.

Nel tratto precedente e successivo non occorrono palificate provvisorie.

Sul versante lato Itri, prima dell'imbocco della galleria, è ubicata una palificata definitiva Ø 800 non tirantata per uno sviluppo in pianta di circa 25 m per il lato Monte mentre sul lato di Valle la palificata definitiva Ø 1200 è stata risoltata per il contenimento del terreno per uno sviluppo in pianta di circa 5,20 m.

Sul versante lato Formia prima dell'imbocco della galleria è ubicata una palificata definitiva Ø 800 per uno sviluppo in pianta di circa 46,00 m con un ordine di tiranti costituiti da trefoli Ø 0,6" per il lato di Valle, mentre sul lato di Monte la palificata definitiva Ø 1200 è stata risoltata per il contenimento del terreno per uno sviluppo in pianta di circa 8,00 m.

In quanto opera definitiva sono rifinite con spritzbeton e predalles.

**2.7.2.3 GALLERIA ARTIFICIALE DI MONTE CAMPESE TRONCO 1**

## 2.7.2.3..1 Carreggiata lato Monte

Progressiva imbocco galleria lato Itri	=	7 + 224,00
Quota imbocco galleria lato Itri	=	75,54
Pendenza media	P =	0,84%
Lunghezza	L =	276,00
Progressiva galleria lato Formia	=	7 + 500,00
Quota imbocco galleria lato Formia	=	73,25

## 2.7.2.3..2 Carreggiata lato Valle

Progressiva imbocco galleria lato Itri	=	7 + 293,00
Quota imbocco galleria lato Itri	=	75,41
Pendenza media	P =	1,04 %
Lunghezza	L =	207,00
Progressiva galleria lato Formia	=	7 + 500,00
Quota imbocco galleria lato Formia	=	73,25

Planimetricamente l'asse medio delle due canne, con imbocchi sbalzati lato Itri, consta di due tratti di cui il primo in clotoide ed il secondo in rettilo

L'intervento comprende la realizzazione della galleria artificiale di Monte Campese 1 composta da una canna a Monte ed una a Valle con interasse fra gli assi dei forniche variabile entrambe a sezione rettangolare (vedi disegno), ubicate rispettivamente tra le sezioni 290 e 301 quella di Monte per una lunghezza di 276,00 m.; 292A e 301 quella di Valle per una lunghezza di 207 m.



RELAZIONE TECNICA

I due fornici indipendenti hanno dimensioni, al rustico della struttura, pari a: larghezza = 13,35 m.; altezza = m. 6,40 (altezza utile 5,00 mt) per ospitare ciascuno una carreggiata composta da due corsie di 3,75 m. una

corsia d'emergenza di 3,00 m. ed una banchina di 0,70 m., per una larghezza totale della carreggiata di 11,20 m.

Nel vano marciapiedi sono ricavate due cunette rettangolari porta cavi; inoltre nel tratto iniziale e finale del fornice di monte una cunetta per la raccolta dei liquidi provenienti dalla piattaforma stradale.

Una cunetta per fornice è prevista per la raccolta dell'acqua di falda talchè la raccolta dei due tipi di liquidi risultino separate.

I fluidi provenienti dalla cunetta del primo tipo, prima di essere immessi in circuito, andranno ai disoleatori.

I piedritti della galleria sono costituiti da palificate di diametro Ø 1200; la copertura è realizzata

mediante solettone in c.a. di spessore 1,30 m. **gettato in opera contro terra** previa preparazione del terreno e scapitozzatura dei pali.

La platea di fondo, anch'essa in c.a., ha uno spessore di 0,50 m ed è gettata sopra uno strato di magrone di 10 cm.

La copertura funziona da puntone tra le palificate.

Lo scavo del terreno, all'interno dei fornici, avverrà dopo che il getto di calcestruzzo del solettone di copertura avrà raggiunto le caratteristiche di resistenza richieste.

All'interno delle gallerie, in corrispondenza dei piedritti, è previsto un rivestimento in dalles prefabbricate previo spianamento della superficie delle palificate con spritzbeton.

Lo spessore totale del rivestimento è di 15 cm.

Lo spianamento è armato con rete elettrosaldada Ø 8 maglia 20 x 20 cm.

I piedritti sono provvisti degli opportuni drenaggi.

Sopra la platea di fondo è prevista la pavimentazione stradale composta da:

- uno strato di riempimento di inerti di spessore 65 cm; fondazione in misto di spessore 50 cm; uno strato di conglomerato di base di spessore 15 cm.; Binder di spessore 5 cm.; Tappeto di usura di spessore 5 cm per un'altezza totale di 140 cm.

La galleria è sormontata da una strada per il ripristino della viabilità locale.

A Monte della galleria è prevista un'opera provvisoria costituita da una palificata formata da pali trivellati Ø 800 che inizia in prossimità della sez. n. 290 e prosegue fin'oltre la sez. n. 300 con un ordine di tiranti ancor prima della sez. n. 291, per proseguire poi fino oltre la sez. n. 297 con due ordini e riprendere un ordine fin'oltre la sez. n. 300.

Dalla sez. n. 290 fino alla sez. n. 297 a monte, nell'ambito della riprofilatura del terreno, è previsto un intervento d'ingegneria naturalistica quale può essere considerato quello adottato, consistente nell'occultamento della paratia di Monte con terra rinforzata rinverdita, interrotta in un tratto intermedio, in corrispondenza della sez. n. 298, quello che riguarda la strada che passa sopra la galleria, ove la paratia di Monte è trattata come opera definitiva e pertanto rifinita con spritzbeton e predalles.

La terra rinforzata prosegue fino alla sez. n. 301 ove funge da opera di sostegno della strada che passa sopra, nel tratto ove lascia la galleria e passa in rilevato.

Sul versante lato Itri, prima dell'imbocco della galleria è ubicata una palificata definitiva Ø 800 per uno sviluppo in pianta di circa 120 m con un ordine di tiranti costituiti da trefoli Ø 0,6" per il tratto della piazzola tecnica sul lato di Monte, mentre sul lato di Valle la palificata definitiva Ø 1200 è stata risvoltata per uno sviluppo in pianta di circa 6,50 m per il contenimento del terreno.

Tanto il primo che il secondo tronco della Galleria di Balzorile sono immersi nelle argille caotiche, anche il primo tronco della galleria di Monte Campese insiste sulla stessa matrice di argille caotiche, mentre il secondo tronco è immerso prevalentemente nelle argille caotiche ed in parte nella matrice conglomeratica che costituisce la coltre soprastante di Monte Campese.

#### **2.7.2.4 GALLERIA ARTIFICIALE DI MONTE CAMPESE TRONCO 2**

La Galleria Artificiale di Monte Campese 2 interessa le pendici meridionali di Monte Campese al confine tra i sovrastanti conglomerati di monte e le sottostanti argille caotiche.

**RELAZIONE TECNICA**

Per evitare di alterare il profilo naturale alle pendici del monte si è optato per l'adozione di una sezione trasversale lenticolare che risulta più idonea a sopportare grosse masse di terreno in copertura occorrenti per il ripristino del profilo naturale del monte dopo l'esecuzione della galleria a cielo aperto.

**2.7.2.1 Carreggiata lato Monte**

Progressiva imbocco galleria lato Itri	=	7 + 581,25
Quota imbocco galleria lato Itri	=	71,67
Pendenza media	P =	2,96%
Lunghezza	L =	253,00
Progressiva galleria lato Formia	=	7 + 834,25
Quota imbocco galleria lato Formia	=	64,18

**2.7.2.1 Carreggiata lato Valle**

Progressiva imbocco galleria lato Itri	=	7 + 581,25
Quota imbocco galleria lato Itri	=	71,67
Pendenza media	P =	2,79%
Lunghezza	L =	194,00
Progressiva galleria lato Formia	=	7 + 775,25
Quota imbocco galleria lato Formia	=	66,25

L'asse medio delle due canne, con imbocchi sfalsati lato Formia consta di due tratti, di cui il primo in rettilineo ed il secondo in raggio circolare  $R = 10250 > 10.00900$

L'intervento comprende la realizzazione della galleria artificiale di Monte Campese 2 composta dalla canna di Monte e quella di Valle comprese in una sezione unica di forma lenticolare.

**RELAZIONE TECNICA**

Entrambe i fornici hanno il profilo circolare di raggio  $R=6,75$ , tanto per la calotta che per i piedritti e profilo interno ad arco rovescio per la fondazione (Fig.). La canna di Monte e quella di Valle sono sfalsate sull'imbocco lato Formia.

La lunghezza del tronco Monte Campese 2 compreso tra le sezioni 304A e 314A è pari a  $L.= 253,00$  m. quella di Monte e  $194,00$  quella di valle tra le sezioni 304A e 312.

Le altezze rispetto al piano viabile, all'interno delle sezioni sono pari a  $8,15$  m. in chiave e  $4,80$  m. minimo in corrispondenza del filo esterno banchina. E' previsto un collegamento tra le due canne.

Ciascun fornice ospita una carreggiata composta da due corsie di  $3,75$  m., una corsia d'emergenza di  $3,00$  m., ed una banchina di  $0,70$  m. per una larghezza totale della carreggiata di  $11,20$  m.

Nel vano marciapiedi sono ricavate due cunette rettangolari porta cavi; inoltre nel tratto iniziale e finale del fornice di monte una cunetta per la raccolta dei liquidi provenienti dalla piattaforma stradale.

Una cunetta per fornice è prevista per la raccolta dell'acqua di falda talchè la raccolta dei due tipi di liquidi risultino separate.

I fluidi provenienti dalla cunetta del primo tipo, prima di essere immessi in circuito, andranno ai disoleatori.

La realizzazione della galleria in c.a. avviene a cielo aperto. Infatti ciò è consentito dalla realizzazione della palificata di Monte in pali metallici del diametro di  $139,7$  mm e spessore  $10$  mm, tirantata con tre o quattro ordini di tiranti prevista per consentire di effettuare lo sbancamento fino alla quota d'imposta delle fondazioni della galleria.

Sopra la platea di fondazione è prevista la pavimentazione stradale composta da:

- uno strato di riempimento con inerti di spessore  $65$  cm; una fondazione in misto granulare di spessore  $50$  cm; uno strato di conglomerato di base di spessore  $15$  cm.; uno strato di Binder di spessore  $5$  cm.; un Tappeto di usura di spessore  $5$  cm per un'altezza totale di  $140$  cm.

Da quanto si evince dalle relazioni geologiche-geotecnica e geoelettrica la galleria, prevalentemente, lambisce uno strato superiore costituito da conglomerati e trova il proprio sedime nello strato sottostante composto da argille caotiche e da ciò è derivata la

scelta dell'impiego delle palificate metalliche in quanto l'attraversamento sia pure di brevi tratti diventerebbe problematico per pali trivellati.

Sul versante lato Itri nel tratto a cielo aperto tra le gallerie di Campese 1 e Campese 2 è ubicata una paratia definitiva verso Monte di pali Ø 800 con un ordine di tiranti che, proseguendo, non è tirantata in corrispondenza della sezione n. 303, riprende il tirante nella sezione n. 304 fino all'imbocco della galleria alla sezione n. 304/A ove iniziano la galleria e le paratie metalliche provvisorie, in concomitanza della presenza dei conglomerati della coltre superiore del monte. La paratia prosegue fino alla fine della galleria alla sezione n. 314/A. Successivamente fuori della galleria la paratia, con un solo ordine di tiranti, diventa definitiva in corrispondenza della sezione n. 314/A ed è rivestita con predalles previo trattamento con spritzbeton e rete elettrosaldata.

In corrispondenza circa della sezione n. 305 inizia lo sbancamento nei conglomerati a monte della scarpata effettuato per raggiungere la quota d'infissione della paratia metallica.

A protezione della parete di scavo, per un fronte di 200 m, è prevista una rete metallica elettrosaldata

Ø 6 mm con una maglia 15x15 cm fissata mediante bulloni Ø 26, della lunghezza di 12,00 m circa posti su maglia 2,00x2,00 m.

La rete è inglobata in una coltre di spritzbeton dello spessore di 10 cm.

A valle della galleria, per contenere il terreno di riporto della riprofilatura della scarpata, a partire dalla sezione intermedia compresa tra la sezione n. 304/A e la sezione n. 305 è previsto l'impiego di terra rinforzata rinverdibile, di altezza variabile, che si sviluppa per 175 m.

Sulla copertura, una volta fatto il rinterro della galleria, verso valle, è posizionato un rilevato paramassi rinverdibile per uno sviluppo di circa 225 m a protezione di tutta la lunghezza della galleria anche nel tratto in cui prosegue con la sola canna di monte.

#### **2.7.2.5 MODALITA' DI ESECUZIONE**

Tanto il primo che il secondo tronco della Galleria di Balzorile sono immersi nelle argille caotiche, anche il primo tronco della galleria di Monte Campese insiste sulla stessa matrice di argille caotiche, mentre il secondo tronco è immerso prevalentemente nelle argille caotiche ed in parte nella matrice conglomeratica che costituisce la coltre soprastante i Monte Campese.

### **13.1. Gallerie Balzorile 1 e 2; Monte Campese Tronco 1.**

#### Fase 1

Realizzazione di una rampa per l'esecuzione della paratia di monte.

#### Fase 2

- Scavo fino al piano di esecuzione dei pali della galleria.
- Esecuzione dei pali della galleria.
- Scapitozzatura dei pali, preparazione del terreno al getto contro terra dei solettoni superiori delle due carreggiate e esecuzione dei solettoni.
- Scavo a foro cieco all'interno delle tratte realizzate fino al piano di fondazione della galleria.
- Esecuzione del solettone di fondazione.
- Rinterro e riprofilatura del terreno.

#### Galleria Artificiale di Monte Campese Tronco 2

#### Fase 1

1. Realizzazione di una rampa a monte per realizzare lo sbancamento della scarpata.
2. Scavo di sbancamento fino al raggiungimento della quota testa pali paratia di Monte operando per fasce orizzontali 2,00 m. circa.
3. Protezione della scarpata.

#### Fase 2

RELAZIONE TECNICA

Successivamente si procederà:

- alla realizzazione della palificata di Monte;
- allo scavo in orizzontale fino al primo ordine di tiranti;
- alla realizzazione del primo ordine di tiranti;
- allo scavo in orizzontale fino al secondo ordine di tiranti;
- alla realizzazione del secondo ordine di tiranti;
- allo scavo in orizzontale fino al terzo ordine di tiranti;
- alla realizzazione del terzo ordine di tiranti;
- allo scavo fino al piano di fondazione della galleria;
- realizzazione in opera a cielo aperto delle due canne della galleria;
- rinterro, esecuzione delle terre armate e riprofilatura finale.

lare                      3,00 x 2,50    Km 9 + 913,55