



Società per Azioni Autostrada Brescia Verona Vicenza Padova
 Via Flavio Gioia 71 37135 Verona
 tel. 0458272222 Fax 0458200051 Casella Postale 460M www.autobspd.it
 AREA COSTRUZIONI AUTOSTRADALI



AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD

PROGETTO PRELIMINARE

CUP G19J1 00001 40005

COMMESSA 25 2005

COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA
 Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA
 PER LA PROGETTAZIONE
 Dott. Ing. Sergio Mutti

PROGETTISTA



CONSORZIO RAETIA

CAPO PROGETTO:
 Dott. Ing. Massimo Raccosta

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE TRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
 Dott. Ing. Massimo Raccosta

RESPONSABILE DEL COORDINAMENTO:
 Dott. Ing. Andrea Renso

ELABORATO **PARTE GENERALE**
 Relazione tecnica

Progressivo Rev.

01	01	01	002	A0
----	----	----	-----	----

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA -
00	Agosto 2011	Prima Emissione	TECHNITAL	V. Reale	A. Renso	NOME FILE 2505_010101002_0101_0PP_A0.doc
AO	Settembre 2011	Verifica art. 112 D.Lgs 163/06	TECHNITAL	V. Reale	A. Renso	CM 2505 ELAB. 01010101002
						Fg. 0101 LIV. 0PP REV. A0

**AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE**

Committente:



Progettazione:

CONSORZIO RAETIA



PROGETTO PRELIMINARE

RELAZIONE TECNICA

I N D I C E

1	PREMESSA	9
2	ARCHITETTURA DELL'INTERVENTO E REQUISITI FUNZIONALI	9
3	STUDIO DEL TRAFFICO	11
4	PRINCIPALI NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO	15
5	IL TRACCIATO STRADALE	18
5.1	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO SCELTO	18
5.2	ELEMENTI GEOMETRICO FUNZIONALI	25
5.2.1	SEZIONI TIPO	25
	Sezione tipologica in rilevato e trincea	25
	Sezione tipologica in viadotto	26
	Sezione tipologica in galleria	27
5.2.2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE: ANDAMENTO PLANIMETRICO	28
	Rettifili	28
	Curve circolari	29
	Elementi di transizione	30
	Pendenze trasversali nei rettifili e nelle curve circolari	32
5.2.3	DISTANZE DI VISIBILITA'	32
	Distanza di visibilità per l'arresto	32
5.2.4	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE: ANDAMENTO ALTIMETRICO	34
5.2.5	DIAGRAMMA DI VISIBILITA'	36
	Allargamenti per la visibilità	36
5.3	VIABILITA' DI SVINCOLO E DI INTERCONNESSIONE	36
5.3.1	Descrizione	36
	Svincolo di Velo D'Astico	37
	Svincolo Valle dell'Astico	37
	Interconnessione con la A22	38
5.3.2	Sezioni tipo	38
5.3.3	Caratteristiche geometriche delle rampe di svincolo	38

5.3.4	<i>Corsie di accelerazione e decelerazione</i>	42
5.4	BARRIERE DI SICUREZZA	45
5.5	PAVIMENTAZIONI STRADALI	48
5.6	SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	50
5.6.1	<i>Sistema di drenaggio</i>	50
5.6.1.1	<i>Drenaggio in galleria</i>	50
5.6.1.2	<i>Drenaggio da viadotto</i>	51
5.6.1.3	<i>Drenaggio in rilevato</i>	52
5.6.1.4	<i>Drenaggio in trincea</i>	53
5.6.2	<i>Ciclo di trattamento acque meteoriche</i>	54
5.6.2.1	<i>Eventuale sollevamento iniziale</i>	55
5.6.2.2	<i>Dissabbiatura e disoleatura</i>	55
5.6.2.3	<i>Trattamenti successivi</i>	55
	SENZA FITODEPURAZIONE E LAGUNAGGIO	55
	Filtro a carboni attivi	55
	FITODEPURAZIONE E LAGUNAGGIO	57
	Bacino "Lemna"	57
	Bacino di sub-infiltrazione a flusso orizzontale	59
6	OPERE D'ARTE MAGGIORI	60
6.1	GALLERIE NATURALI	60
6.1.1	<i>Generalità</i>	60
6.1.2	<i>Caratteristiche geometriche</i>	61
6.1.3	<i>By pass e nicchie</i>	61
6.1.4	<i>Metodologia di scavo</i>	63
6.2	GALLERIE ARTIFICIALI	66
6.3	VIADOTTI E PONTI	68
6.3.1	<i>Viadotti in struttura mista acciaio - calcestruzzo</i>	68
6.3.2	<i>Strutture speciali: Viadotto Piovene</i>	72
6.3.3	<i>Strutture speciali: Viadotto Adige</i>	74
7	OPERE D'ARTE MINORI	78
7.1	CAVALCAVIA	78
7.2	SOTTOVIA	80
7.3	MURI	81
8	IL CONTESTO TERRITORIALE ATTRAVERSATO	82
8.1	STUDIO PRELIMINARE DI INSERIMENTO URBANISTICO E VINCOLI	82
8.1.1	<i>Inquadramento urbanistico</i>	82

La metodologia di lavoro	82
Analisi delle interferenze del tracciato e degli svincoli con gli assetti urbanistici dei comuni	83
8.1.2 <i>Inquadramento vincolistico</i>	83
8.2 MITIGAZIONI AMBIENTALI	86
TIPOLOGIE DI INTERVENTI: AREALI E LINEARI	88
- Interventi di inserimento paesaggistico e di mitigazione	89
- Interventi di ricucitura	90
- Interventi per la mitigazione e il ripristino delle attività di cantiere	90
- <i>Ripristini aree operative e piste di cantiere</i>	91
- Interventi per l'equilibrio ecosistemico	92
- Aree multifunzionali di imbocco delle gallerie	93
8.3 VINCOLI ARCHEOLOGICI	93
8.4 IDRAULICA	96
8.4.1.1 <i>Torrente Astico</i>	97
8.4.1.2 <i>Torrente Assa</i>	98
8.4.1.3 <i>Fiume Adige</i>	99
8.5 GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA	103
8.5.1 <i>Indagini geognostiche</i>	103
8.5.2 <i>Geologia e geomorfologia</i>	107
8.5.3 <i>Idrogeologia</i>	111
8.6 GEOTECNICA	113
8.6.1 <i>UNITA' "A": ARGILLE LIMOSE E LIMI SABBIOSI</i>	114
8.6.2 <i>UNITA' "B": GHIAIE DEBOLMENTE SABBIOSE E SABBIE</i>	114
8.6.3 <i>UNITA' "C": GHIAIE E SABBIE IN MATRICE LIMOSA</i>	114
8.6.4 <i>PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO (VALORI CARATTERISTICI)</i>	115
8.6.5 <i>Caratteristiche Fisiche</i>	115
Granulometria	115
Peso di volume	116
Limiti ed indici di consistenza	116
8.6.6 <i>Parametri di resistenza</i>	116
Angolo d'attrito interno efficace (φ')	116
Coesione efficace (c')	117
8.6.7 <i>Parametri di deformabilità</i>	118
Modulo elastico (E)	118
8.6.8 <i>Sintesi dei parametri di riferimento (valori caratteristici)</i>	118

8.6.9	OPERE GEOTECNICHE	118
	Tracciato in rilevato	118
8.9	SISMICA	121
8.9.1	Classificazione Sismica	121
8.9.2	Pericolosità sismica dell'area interessata dal tracciato	127
8.9.3	Azione sismica locale	130
9	ELEMENTI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	134
10	ESPROPRI	136
11	INTERFERENZE CON I PUBBLICI SERVIZI	138
12	CANTIERIZZAZIONE	140
13	GESTIONE DELLE TERRE	141
14	STRUTTURE A SERVIZIO DELL'UTENZA	145
15	IMPIANTI	151
15.1	Impianti tecnologici in sede stradale all'aperto	153
15.1.1	Impianto di illuminazione stradale degli svincoli	153
15.1.2	Impianto di illuminazione stradale delle barriere di esazione	153
15.1.3	Sostegni tipo a "sicurezza passiva" per punti luce su palo	153
15.1.4	Impianto di TLC e regolazione flusso luminoso apparecchi illuminanti	154
15.1.5	Impianto segnalazione antinebbia degli svincoli	154
15.1.6	Impianto SOS in itinere ed esterna ai fornicci di galleria	154
15.1.7	Impianto di videosorveglianza e controllo traffico	154
15.1.8	Impianto radio istituzionale	155
15.1.9	Pannelli a messaggio variabile	155
15.1.10	PMV del tipo "a bandiera" fuori dalla sede autostradale	155
15.1.11	Stazioni meteo su PMV "a cavalletto" in sede autostradale	156
15.1.12	Impianto di telecontrollo e trasmissione dati	156
15.1.13	Alimentazione elettrica per stazioni di pompaggio	156
15.1.14	Alimentazione elettrica da rete, in emergenza e di sicurezza	157
15.2	Impianti tecnologici in galleria	157
15.2.1	Impianto di illuminazione ordinaria	157
15.2.2	Impianto di illuminazione in emergenza	158
15.2.3	Impianto di illuminazione di sicurezza	158
15.2.4	Impianto di illuminazione di "pre-soglia"	158
15.2.5	Impianto di TLC e regolazione del flusso luminoso apparecchi	158
15.2.6	Impianto di ventilazione meccanica	159
15.2.7	Impiantistica all'interno delle vie di fuga (by-pass pedonali)	159
15.2.8	Impianti di pressurizzazione dei by-pass	160
15.2.9	Ritrasmissione del canale radio	160

15.2.10 Impianto di segnalazione soccorso	160
15.2.11 Impianto TVCC e di controllo traffico	160
15.2.12 Impianto di rilevazione incendi	161
15.2.13 Impianto di spegnimento incendi	161
15.2.14 Cartellonistica retroilluminata interna	162
15.2.15 Semafori all'esterno degli imbocchi	162
15.2.16 Impianto di telecontrollo e trasmissione dati	162
15.2.17 Materiali da impiegare in ambiente di galleria	163
15.2.18 Alimentazione elettrica da rete	164
15.2.19 Alimentazione elettrica in emergenza	164
15.2.20 Alimentazione elettrica degli impianti di sicurezza	165
15.2.21 Alimentazione elettrica degli impianti di sicurezza	165
15.2.22 Impianto di filtrazione delle polveri	165
15.2.23 Tutor	165
15.2.24 Gestione dinamica del traffico	165
15.3 Impianti tecnologici fabbricati di casello	166
15.3.1 Impianti elettrici	166
15.3.2 Impianti meccanici	166
15.3.3 Cablaggio strutturato	166

Indice delle tabelle

Tabella 1: Tabella gallerie	23
Tabella 2: Tabella viadotti	23
Tabella 3: lunghezze dei rettifili.....	29
Tabella 4: Caratteristiche geometriche delle curve e delle clotoidi	31
Tabella 5: Raccordi verticali.....	35
Tabella 6: Velocità di progetto	38
Tabella 7: Caratteristiche planoaltimetriche da norma.....	39
Tabella 8: Caratteristiche planoaltimetriche di progetto	40
Tabella 9: Caratteristiche planoaltimetriche di progetto	40
Tabella 10: Caratteristiche plano altimetriche di progetto	41
Tabella 11: Svincolo di Velo d' Astico -Caratteristiche delle corsie di accelerazione e decelerazione	44
Tabella 12: Svincolo Valle dell' Astico -Caratteristiche delle corsie di accelerazione e decelerazione	44
Tabella 13: Interconnessione con la A22 -Caratteristiche delle corsie di accelerazione e decelerazione.....	44
Tabella 14: Tabella con le indicazioni sulla tipologia di barriera di sicurezza da adottare	45
Tabella 15: Valori del parametro W in funzione della classe di contenimento	46
Tabella 16: Percentuali di abbattimento degli inquinanti	57

Tabella 17: Cavalcavia	78
Tabella 18: Definizione dei parametri di rischio idraulico secondo il PAI dell'Adige.....	102
Tabella 19 – Classificazione sismica dei comuni interessati dal tracciato in esame.....	123
Tabella 20 – Classificazione dei suoli.....	126
Tabella 21 – Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni interessati dal tracciato in esame.....	129
Tabella 22 – Vita Nominale V_N per diversi tipi di opere da NTC 2008	131
Tabella 23 – Parametri per il calcolo del coefficiente d'uso da NTC 2008	132
Tabella 24 – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato da NTC 2008	132
Tabella 25: tipologia dei cantieri	141
Tabella 26: bilancio materiali da costruzione.....	144
Tabella 27: esuberi finali totali.....	144
Tabella 28: Aree stoccaggio provvisorio.....	145

Indice delle figure

Figura 1 Confronti tra lo Scenario di Riferimento e lo Scenario di Progetto: Cammini minimi tra Trento e Padova.....	14
Figura 2 Confronti tra lo Scenario di Riferimento e lo Scenario di Progetto: Cammini minimi tra Trento e Vicenza	14
Figura 3 Confronti tra lo Scenario di Riferimento e lo Scenario di Progetto: Cammini minimi tra Trento e Bassano	15
Figura 4: Fiume Astico in corrispondenza del viadotto Velo	19
Figura 5: Zona della cava	20
Figura 6: Zona Interconnessione di Besenello.....	22
Figura 7: schema dello svincolo di Velo d'Astico.....	39
Figura 8: schema dello svincolo Valle dell'Astico	40
Figura 9: Schema dell'interconnessione con la A22	41
Figura 10: Schema corsie di accelerazione.....	42
Figura 11: Schema corsie di decelerazione	43
Figura 12: Sistema di drenaggio in galleria.....	49
Figura 13: Sistema di drenaggio su viadotto	51
Figura 14: Sistema di drenaggio in rilevato in corrispondenza del pozzetto.....	52
Figura 15: Sistema di drenaggio in rilevato	53
Figura 16: Sistema di drenaggio in trincea in corrispondenza del pozzetto sifonato.....	53
Figura 17: Schema del filtro a carboni attivi.....	56
Figura 18: Sezione in corrispondenza dei by-pass.....	62

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

Figura 19: Sezione trasversale galleria Velo	67
Figura 20: Sezione trasversale galleria Molino	68
Figura 21: Sezione trasversale viadotto tipo	69
Figura 22: Sezione pile.....	70
Figura 23: Palo-pila	71
Figura 24: Prospetto e pianta viadotti.....	73
Figura 25: Sezione tipologica in mezzeria campata.....	74
Figura 26: Stralcio planimetrico del tracciato in corrispondenza dell'opera.....	77
Figura 27: Immagine della soluzione ad arco (spalle alla A22).....	77
Figura 28: Profilo cavalcavia	79
Figura 29: Sezione cavalcavia	79
Figura 30: Sezione cavalcavia di Besenello in curva	80
Figura 31: Bacino del torrente Astico ricadente nella Provincia di Vicenza e in minor parte in quella di Trento.....	98
Figura 32: Limite idrografico del bacino del fiume Adige.....	99
Figura 33: Carta di uso del suolo CORINE nel bacino del fiume Adige	101
Figura 34: Legenda delle carte di rischio idraulico	102
Figura 35. Esempio di sezione di resistività elettrica ottenuta da un sondaggio MT.	107
Figura 36 – Mappa delle zone sismiche del territorio interessato dal progetto in esame	122
Figura 37 – Mappa di Pericolosità sismica della Regione Veneto (Allegato A alla Dgr n. 71 del 22/01/2008) espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30}>800$ m/s; cat.A, All. 2.3.1).....	124
Figura 38 - Valori di pericolosità sismica (OPCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b) espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30}>800$ m/s; cat. A, punto A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).	125
Figura 39 – Massime intensità macrosismiche osservate nella regione Veneto valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA (Elaborato per il DPC a cura di D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise).....	128
Figura 40 - Massime intensità macrosismiche osservate nella regione Trentino Alto-Adige valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA (Elaborato per il DPC a cura di D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise).....	129
Figura 41 – Area di servizio Astico	147
Figura 42 – Area di servizio Valle dell'Astico	148
Figura 43 – Centro di manutenzione di Besenello.....	149

1 PREMESSA

Il presente documento riporta la descrizione degli studi tecnici specialistici del progetto preliminare dell'Autostrada A 31 Nord Trento Rovigo – Tronco Trento - Valdastico – Piovene Rocchette. In particolare descrive le indagini effettuate, le scelte tecniche di progetto e la caratterizzazione dal punto di vista dell'inserimento territoriale ed ambientale.

2 ARCHITETTURA DELL'INTERVENTO E REQUISITI FUNZIONALI

L'inizio dell'intervento è ubicato in corrispondenza dell'attuale terminale della A31, quindi il nuovo asse ne rappresenta la naturale prosecuzione, mentre la fine è ubicata in corrispondenza dell'interconnessione con la A22.

L'obiettivo che ci si è posti nel corso della progettazione del collegamento a nord della Valdastico è stato quello di realizzare un'infrastruttura in grado di coniugare il ruolo funzionale e strategico con l'inserimento ambientale e territoriale.

Infatti, una corretta progettazione diventa quella che si confronta con il contesto, vale a dire con i riferimenti culturali, ecoambientali e paesaggistici. Nasce così il concetto di progettazione integrata, coerente con il paesaggio naturale che ha come finalità, oltre alla funzionalità dell'intervento, il risarcimento ambientale, la logica del minor impatto e la bellezza dei manufatti, recuperando la qualità estetica ed equiparandola all'indubbia qualità tecnica.

Il tracciato si sviluppa per la maggior parte in galleria, questa soluzione garantisce che dal punto di vista percettivo vi sia un elevato grado di assimilabilità. Per il tracciato all'aperto, l'idea di valorizzare il territorio con elementi innovativi e strutture di particolare pregio, apre la strada ad un nuovo concetto di progettazione, dove, l'infrastruttura non vuole essere una ferita nel paesaggio, quanto piuttosto un dispositivo generatore di un nuovo paesaggio.

In particolare, al fine di attenuare l'effetto di disturbo, si sono ricercate, per gli imbocchi delle gallerie e per le aree di servizio e i caselli, architetture che sviluppano suggestioni legate al paesaggio fluviale, come dettagliato nel paragrafo dedicato.

Inoltre, si è posta l'attenzione sulle principali strutture in viadotto ricercando quella qualità estetica che meglio si adatta al contesto, a titolo di esempio si richiama il viadotto ad arco sul fiume Adige che coniuga la semplicità con l'armonia delle forme.

Infine, l'interconnessione con la A22 a Besenello ha offerto un'opportunità di rimodellare l'area per ridare una nuova dinamica all'interconnessione non trascurando la cura del paesaggio vocato alla produzione enologica.

Dal punto di vista **funzionale** l'infrastruttura, data la vicinanza del corridoio 1 (Berlino-Palermo) e del corridoio 5 (Lisbona-Kiev), rende il prolungamento della Valdastico a nord un interessante e strategico punto di sutura relazionale, ampliando il ruolo territoriale non più al limitato contesto locale, ma implementando relazioni di scambio e di attraversamento.

Il collegamento tra i due principali corridoi paneuropei avviene, infatti, in territorio italiano in corrispondenza dell'interconnessione autostradale tra la A4 e la A22 in Provincia di Verona, determinando un forte scambio sugli archi che vi convergono. Non è così inusuale che sia la A4 che la A22 si trovano in condizioni di congestione, determinando un effetto a catena sulle intere tratte autostradali afferenti. Ad aggravare la situazione ci sono inoltre i periodi di esodo turistico che generano situazioni di blocco della circolazione su lunghi tratti della A22. In questo senso il collegamento completo della A31 potrebbe migliorare il complessivo livello di servizio che la maglia autostradale può offrire, con riflessi particolarmente positivi sui tempi di percorrenza sul tratto che potrebbe essere scaricato dal collegamento della A31.

La logica del nuovo collegamento è quindi quella di connettere e facilitare l'accesso ai punti di interesse, riducendo drasticamente i tempi di percorrenza così da amplificarne tutte le potenzialità.

Il corridoio, oltre al collegamento con la maglia infrastrutturale Veneto – Trentina, realizza una certa permeabilità con il territorio attraversato tramite lo svincolo di Velo d'Astico alla progressiva ca. km 5+200 m e Valle dell'Astico alla progressiva ca. km 18+600 m.

Infine, la funzionalità dell'intervento deve essere anche garantita da buone condizioni di esercizio subordinate alla manutenzione ordinaria e straordinaria e al numero e alla dislocazione delle strutture di servizio. Infatti, l'infrastruttura è stata pensata nella sua architettura globale, intesa anche come punti di accesso/uscita e centri di servizio predisposti alla manutenzione.

In questo senso nel progetto preliminare sono stati previsti due centri di manutenzione, uno principale posizionato circa a metà del nuovo percorso denominato Valle dell'Astico (in prossimità del casello - svincolo omonimo al km 18+600 m), l'altro ubicato in corrispondenza dello svincolo terminale di interconnessione con la A22. A questi si accoppia il centro di manutenzione esistente presso lo svincolo di Piovene Rocchette (posizionato sulla A31 ma non nel tratto oggetto di intervento) che verrà riorganizzato a cura del Concessionario a seguito della costruzione dell'opera in argomento.

La posizione dei centri è stata opportunamente valutata secondo lo schema logico seguente, con particolare riferimento alla manutenzione invernale: il centro principale, interconnesso al sistema autostradale tramite lo svincolo omonimo permette la manutenzione invernale

lungo l'intero percorso, essendo ubicato in posizione baricentrica alla nuova tratta autostradale, ad eccezione del tratto all'aperto terminale che fa capo al centro sulla interconnessione con la A22. Questo schema è stato architettato per evitare ad esempio che i mezzi di servizio (autocarri con lame e spargisale) siano costretti a percorrere l'intera galleria di Valico in entrambi i sensi di marcia, allungando altrimenti i percorsi ed i tempi di intervento. Per fare questo sono state ipotizzate delle coperture leggere in corrispondenza degli imbocchi della galleria di Valico che permettono la pulizia dei tratti soggetti ad innevamento ma consentono il ritorno dei mezzi tramite varchi nello spartitraffico posizionati al "coperto".

La dotazione dei servizi è completata dalle due aree di servizio presenti lungo la tratta di nuova realizzazione:

- area di servizio Astico (una per ciascuna carreggiata) in corrispondenza dello svincolo di Velo d'Astico progressiva ca. km 5+000 m;
- area di servizio Valle dell'Astico esterna all'autostrada ma raggiungibile tramite il confinante svincolo omonimo progressiva ca. km 18+600 m.

In corrispondenza delle aree di servizio sono ubicati gli usuali servizi all'utenza costituiti dalla possibilità di rifornimento carburanti, da aree destinate alla sosta dei mezzi sia leggeri che pesanti, da strutture dedicate ai servizi per la persona (autogrill o similari).

Per i citati centri di manutenzione e per le aree di servizio (oltre che per i caselli) è stata adottata un'architettura innovativa delle strutture di copertura, come prima accennato, descritta nel capitolo relativo agli edifici a corredo dell'opera.

3 STUDIO DEL TRAFFICO

Il presente paragrafo riporta un estratto di quanto elaborato per la relazione specialistica, in particolare si descrivono le valutazioni che sono state fatte in relazione al traffico veicolare circolante sull'A31 Nord e l'impatto dovuto alla realizzazione di tale opera sulle infrastrutture stradali esistenti e in programmazione.

Il prolungamento della A31 Valdastico Nord è previsto nel Piano Regionale dei Trasporti (PRT) della Regione Veneto del 2005 e nel Piano Pluriennale della viabilità 2003-2012 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Questa fase progettuale, segue la fase propedeutica, in cui sono state studiate sei ipotesi di tracciato (accomunate dalla stessa origine, Piovene Rocchette, e da diverso attestamento lungo la A22), ed approfondisce la soluzione prescelta. Il tracciato scelto inizia in

corrispondenza dell'attuale terminale dell'autostrada a Piovene Rocchette in Provincia di Vicenza e si collega alla A22 nel territorio comunale di Nomi - Besenello in Provincia di Trento. L'intero sviluppo è sostanzialmente suddivisibile in tratti omogenei per caratteristiche di tracciato e di intervento:

1. tratto da Piovene Rocchette ad Arsiero;
2. tratto da Arsiero a Lastebasse;
3. tratto da Lastebasse a Besenello - Nomi.

Lo studio si articola in tre fasi distinte:

- una fase conoscitiva, di raccolta di dati esistenti (relativi al traffico e all'offerta di trasporto) e di integrazione/verifica degli stessi mediante sopralluoghi e rilievi specifici;
- una fase di identificazione del sistema di trasporto stradale, che prevede l'allestimento di un modello matematico in grado di riprodurre i flussi di traffico che gravano la rete nella situazione attuale evidenziando le criticità;
- una fase di diagnosi, che mette in luce le criticità del sistema, che precede e integra la fase di analisi e valutazione della situazione futura in cui, mediante l'uso del modello, si implementa lo scenario che contempla il nuovo assetto infrastrutturale, incluso il dispositivo di pedaggio sulle nuove infrastrutture, l'espansione del traffico privato e l'evoluzione della movimentazione delle merci.

Obiettivo finale dello studio è supportare la fase di progettazione, valutando la domanda sulla nuova infrastruttura, articolata su diverse soglie temporali per valutare gli impatti sull'ambiente, sul sistema viario e della mobilità.

L'analisi di traffico è stata, con l'ausilio di un modello di simulazione, opportunamente implementata e calibrata.

Innanzitutto si sono messe a sistema diverse fonti di informazione: Autostrade per l'Italia, AISCAT (flussi autostradali), ISTAT (mobilità sistematica, indicatori socio economici e demografici), Studi e indagini di traffico pregressi.

Tali fonti sono state quindi integrate da indagini di campo predisposte "ad hoc", che hanno consentito di calibrare un modello di traffico in grado di riprodurre la situazione attuale.

Si è proceduto quindi con l'analisi degli scenari di previsione di domanda, fondati sulla caratterizzazione socio – economica – demografica dell'area di studio, sui documenti programmatici disponibili (che si sono potuti analizzare criticamente grazie ad una serie di dati osservati in sovrapposizione al periodo di previsione), e ad altri studi di traffico resi disponibili dagli enti interessati dal progetto oppure forniti dal Cliente.

Con l'ausilio del modello di traffico si è quantificata la domanda di traffico attratta dalla nuova infrastruttura in corrispondenza di diverse soglie temporali future, ponendo a confronto la situazione di progetto con la situazione neutra (definita Scenario di Riferimento) testandone l'efficacia in termini di sgravio della rete esistente e solidità delle prestazioni.

L'analisi ha riguardato numerose configurazioni, combinazione delle seguenti distinzioni:

- giorno feriale medio e giorno festivo;
- tre soglie temporali: 2021 (entrata in esercizio), 2026 e 2031;
- tre ipotesi di espansione della domanda.

Le analisi sono state inoltre integrate dalle risultanze degli studi relativi al quadruplicamento ferroviario del valico del Brennero (documenti programmatici disponibili e ad altri studi di traffico resi disponibili dagli enti interessati dal progetto oppure forniti dal Cliente), con particolare riferimento alle valutazioni sulla ripartizione multimodale del corridoio (mobilità privata vs collettiva): si è cioè valutato il grado di competitività che la modalità ferroviaria potrà avere in futuro, soprattutto per quanto concerne la movimentazione delle merci, stimando la quota parte della domanda divertita dalla strada alla ferrovia. Per quanto riguarda la movimentazione delle merci, la quota è risultata tutt'altro che trascurabile, dell'ordine del 15-20%, anche se, in termini di veicoli equivalenti nell'ora di punta, l'influenza di tale riduzione risulta molto più attenuata.

I volumi di traffico (bidirezionali) assorbiti sono risultati variabili tra 1700 – 1800 veicoli/ora (ipotesi di espansione bassa) e 3.000 veicoli/ora (ipotesi di espansione alta). I corrispondenti TGM passano da valori dell'ordine di 16.000 veicoli teorici fino a 22.000.

A conferma della solidità della proposta progettuale si sottolineano infine i risultati dell'analisi prestazionale condotta su ciascuna componente funzionale della nuova opera:

- Le verifiche funzionali evidenziano che il progetto ottempera alle indicazioni del D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" che prescrive un livello di servizio massimo pari a B per i tronchi stradali di nuova costruzione rispetto all'anno di entrata in esercizio. Infine, anche le analisi funzionali, sviluppate rispetto allo scenario all'anno 2031, evidenziano condizioni di traffico scorrevole con una densità massima pari a 12.9 veicoli equivalenti al km per corsia (pc/km/ln) cui compete un livello di servizio massimo pari a C.
- Le verifiche funzionali indicano che il progetto per le rampe di immissione ottempera alle indicazioni D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali". Si evidenzia, infatti, che il livello di servizio delle rampe di accelerazione non è mai inferiore a quello della A31 e A22 nei tronchi autostradali presso i quali tali rampe confluiscono.

I risparmi dei tempi di percorrenza tra alcune relazioni O/D caratteristiche, sono risultati certamente rilevanti. Anche i risparmi di pedaggio, calcolati per le medesime O/D mettono in luce l'efficacia della soluzione e il beneficio indotto per gli utenti (riferimento relazione studio del traffico).

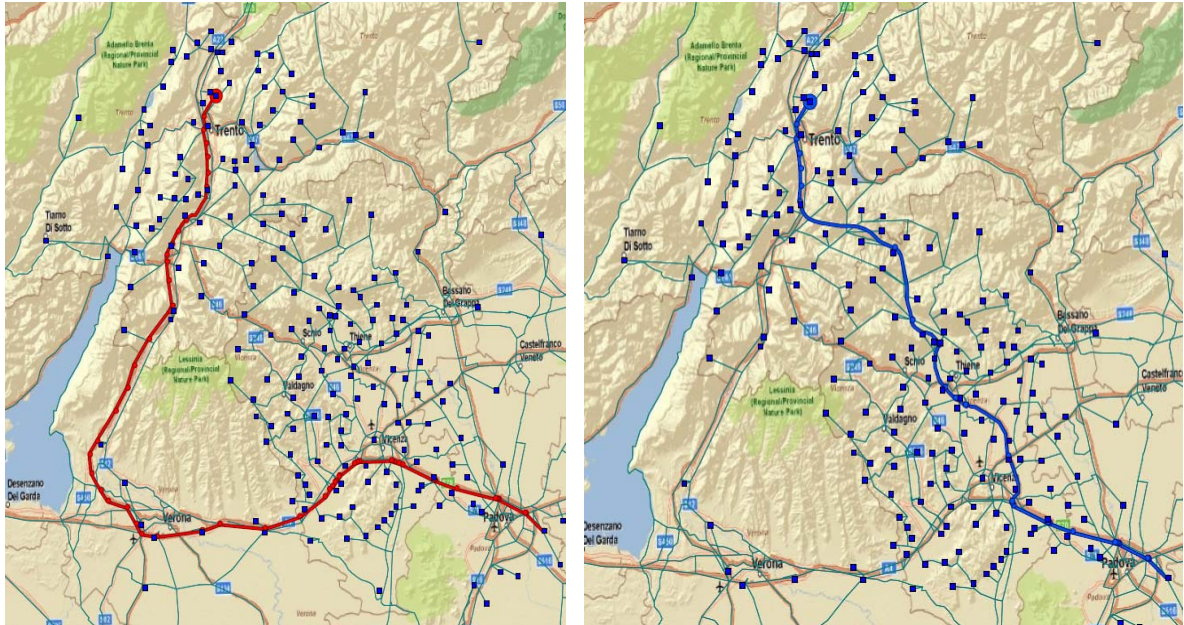


Figura 1 Confronti tra lo Scenario di Riferimento e lo Scenario di Progetto: Cammini minimi tra Trento e Padova

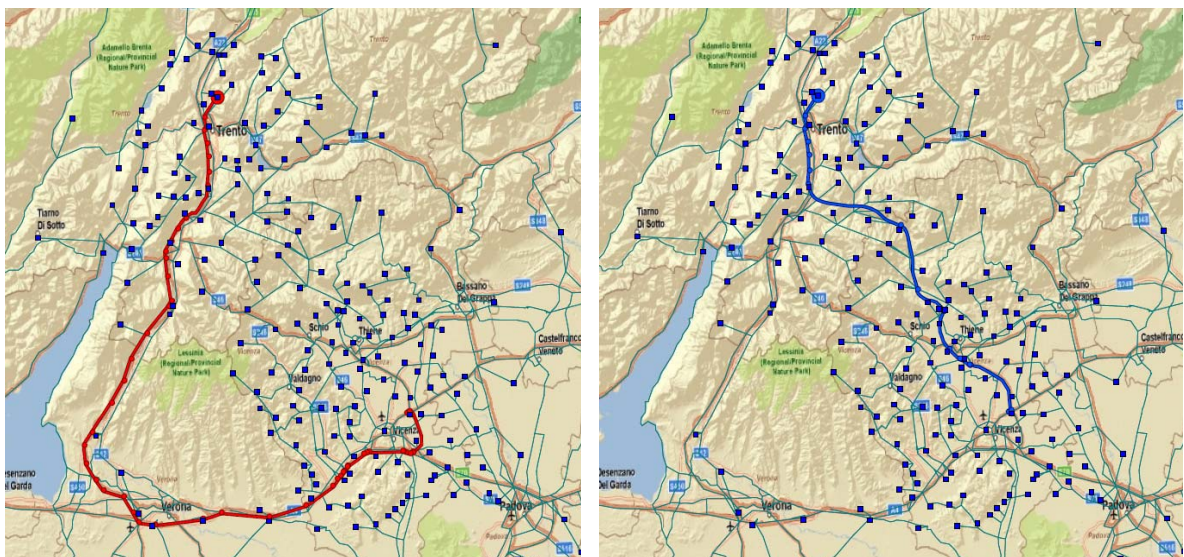


Figura 2 Confronti tra lo Scenario di Riferimento e lo Scenario di Progetto: Cammini minimi tra Trento e Vicenza

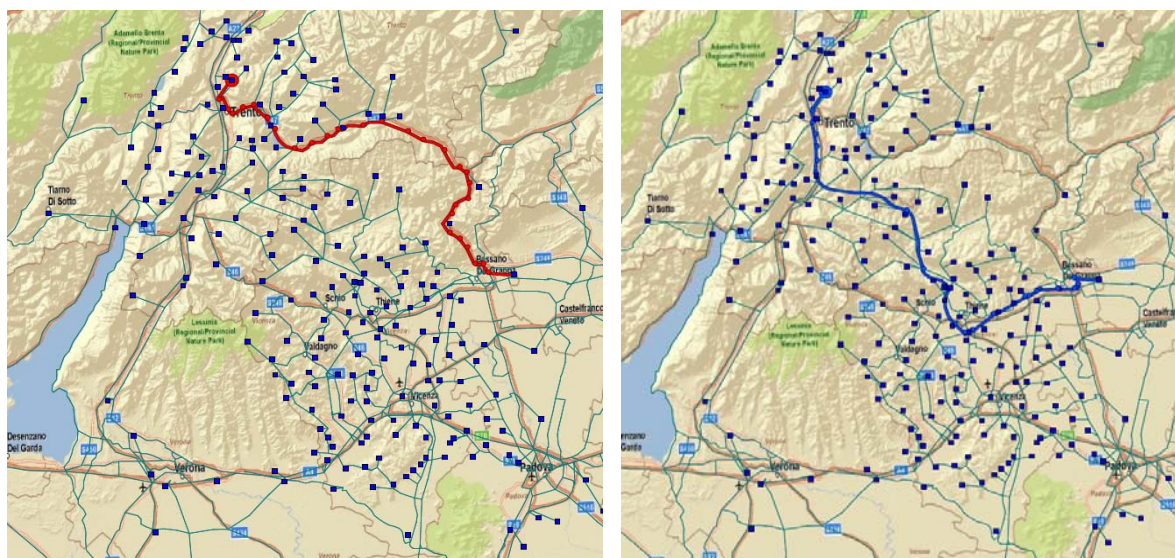


Figura 3 Confronti tra lo Scenario di Riferimento e lo Scenario di Progetto: Cammini minimi tra Trento e Bassano

4 PRINCIPALI NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO

- D. Lgs. 163/06 e s.m.i. Codice appalti e Regolamento.

Geometria stradale

- D.M. 5/11/2001 "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade";
- D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";

Strutture

- D.M. Infrastrutture e Trasporti 14/01/2008 "Approvazioni delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- UNI EN 1537 – Giugno 2002: "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Tiranti di ancoraggio";
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (ordinanza n. 3274 – Allegati 1, 2 e 3);

- UNI - ENV 1991-1 - Eurocodice 1 – “Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 1: Basi di calcolo”;
- UNI - ENV 1991-2.1 - Eurocodice 1 – “Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 2.1 Azioni sulle strutture - Massa volumica, pesi propri e carichi imposti “;
- UNI - ENV 1991-2.6 - Eurocodice 1 – “Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 2.6: Azioni sulle strutture - Azioni durante la costruzione”;
- UNI - ENV 1991-2.7 - Eurocodice 1 – “Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 2.7: Azioni sulle strutture - Azioni eccezionali dovute ad impatti ed esplosioni”;
- UNI - ENV 1992-1-1 - Eurocodice 2 – “Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1 - 1 -Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI - ENV 1993-1-1 - Eurocodice 3 – “Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1 - 1 -Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI - ENV 1997-1 - Eurocodice 7 – “Progettazione geotecnica - Parte 1 - regole generali”;
- UNI EN 1998-1-1 (Eurocodice 8) – Ottobre 1997: "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 1-1: Regole generali – Azioni sismiche e requisiti generali per le strutture";
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 1998: "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 2: Ponti";
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Febbraio 1998: "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici";

Barriere di sicurezza

- D.M.02/08/1980 “Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo di ponti stradali”. (Sostituito dal DM LL.PP. 4/5/1990);
- Circolare LL.PP.n. 2337 del 11/07/1987 Legge 21/4/1962, n°181, art. 1, lettera f, “Provvedimenti per la sicurezza stradale. Barriere stradali. Specifica per l’impiego delle barriere in acciaio”. (G.U. 6/8/1987, n° 182);
- Circolare ANAS n. 50 del 12/11/1987 “Direttive sulla progettazione e sugli interventi necessari per la migliore utilizzazione delle Strade Statali”. (Direzione Generale, 12/11/1987 - Integrazione dalla Circolare n°2337 11/7/1987);
- D.M. LL.PP. del 04/05/1990“Aggiornamento delle Norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo di ponti stradali”. (G.U. 29/1/1991, n°24);
- D.M. n. 223 del 18/02/1992“Regolamento recante istruzioni tecniche per la

- progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza". (G.U. 16/3/1992, n°63);
- Circolare n. 2595 del 09/06/1995 "Barriere stradali di sicurezza. Decreto Ministeriale n. 223, 18/2/1992". (G.U. 16/6/1995, n°139);
 - Circolare n. 2357 del 16/05/1996 "Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale";
 - D.M. n. 252 -[223 bis]] del 15/10/1996 "Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere stradali di sicurezza. Prescrizioni tecniche per le prove delle barriere stradali di sicurezza ai fini dell'omologazione". (G.U. 3/12/1996, n°283);
 - Circolare n. 4622 del 15/10/1996 "Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza";
 - D.M. n. 223 (ter) del 26/11/1997 "Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere stradali di sicurezza. Prescrizioni tecniche per le prove delle barriere e dispositivi di sicurezza stradale ai fini dell'omologazione";
 - D.M. del 03/06/1998 "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza. Prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione". (G.U. 29/10/1998, n°253);
 - D.M. del 11/06/1999 Istruzioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante: "Aggiornamento delle Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza" (G.U. 7/8/1999, n°184);
 - Circolare n. 4622 del 06/04/2000 "Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza";
 - Norma UNI EN 1317-1 Maggio 2000 Barriere di sicurezza stradali. Terminologia e criteri generali per i metodi di prova;
 - Norma UNI EN 1317-2 Maggio 2000 Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza;
 - D.M. n. 3011 del 08/05/2001 "Validità dei Crash test effettuati presso il Centro Prove di Anagni della Società Autostrade S.p.A.";
 - D.M. n. 4785 del 02/08/2001 Proroga dei termini previsti dall'articolo 3 dal D.M. 11 giugno 1999 inerente le barriere di sicurezza stradale (G.U. n. 301 del 29.12.01);
 - Norma UNI EN 1317-4 Novembre 2001 Barriere di sicurezza stradali: classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali

e transizioni delle barriere di sicurezza;

- Norma UNI EN 1317-3 del Gennaio 2002 Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulle prove di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto;
- D.M. n. 2367 del 21/06/2004 Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale (G.U. 05.08.2004, n. 182);
- Direttiva del 25/08/2004 Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- Circolare n. 000104862/RU/U del 15/11/2007 Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il DM 21.06.2004;
- Circ Min n 62032 del 21-07-2010.

Impianti : Norme di carattere generale

- D.Lgs 264/2006 – Attuazione della DIRETTIVA 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete Transeuropea;
- Direttive ANAS di cui alla circolare n. 17/2009;
- Raccomandazioni del PIARC (Permanent International Association of Road Congresses).
-

5 IL TRACCIATO STRADALE

5.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO SCELTO

Il tracciato inizia in corrispondenza dell'attuale terminale dell'autostrada a Piovene Rocchette in Provincia di Vicenza e si collega alla A22 nel territorio comunale di Nomi in Provincia di Trento.

L'autostrada A31 attuale termina con un restringimento di sezione che canalizza il traffico su un'unica corsia di marcia e viene convogliato al casello di Piovene Rocchette, mentre nella direzione opposta una corsia entra dal casello verso sud allargandosi a due una volta raggiunto il sedime autostradale. Lo schema di svincolo è una classica "trombetta" con asse autostradale in trincea, utilizzato per le sole rampe che si rivolgono verso sud.

Dal termine della sezione autostradale esistente inizia il nuovo tracciato di prosecuzione verso nord, i primi 350 m circa sono in trincea prima di riemergere in corrispondenza

dell'attraversamento del torrente Astico con il viadotto Piovene. La particolarità dell'attraversamento che si presenta con il torrente all'interno di una forra molto profonda, circa 70 m, ha richiesto lo studio di un'opera particolare che verrà descritta nel capitolo relativo alle opere d'arte maggiori.

Successivamente, il tracciato si inserisce nell'area industriale di Cogollo del Cengio, interessando il corridoio tra gli edifici industriali già previsto dal progetto definitivo del 2007. La prima parte si svolge in trincea per circa 900 m, un cavalcavia collega la viabilità locale in corrispondenza della via Colombara. Segue un tratto in rilevato di circa 250 m prima che venga imboccata la galleria S.Agata.

Il fiume Astico è superato dal viadotto Boiadori (lunghezza sulla carreggiata verso nord di 480 m e lunghezza della carreggiata verso sud 540 m).



Figura 4: Fiume Astico in corrispondenza del viadotto Velo

Oltrepassato il fiume Astico, il tracciato si sviluppa per quasi due chilometri in rilevato sulla destra orografica del fiume, e proprio in questa tratta è previsto il primo svincolo (svincolo di Velo d'Astico) che ha una configurazione "a trombetta"; inoltre sono stati previsti spazi idonei per l'ubicazione delle aree di servizio Astico est e Astico Ovest.

Proseguendo verso nord, il fiume e la strada statale n. 350 vengono superati con il viadotto Velo (lunghezza sulla carreggiata verso nord di 685 m e lunghezza della carreggiata verso sud 700 m), che termina alla progressiva km 6+930 circa dalla quale convenzionalmente si passa al tratto successivo.

Terminato il viadotto Velo, il tracciato autostradale inizia a salire verso l'alta valle dell'Astico, caratterizzata da un'orografia, che a differenza del tratto precedente, diviene condizionante nei confronti del tracciato; la differenza maggiore sta nel fatto che la tratta precedente è caratterizzata da zone pseudo pianeggianti, quindi il tracciato risulta vincolato

dall'antropizzazione del territorio, invece verso nord l'effetto maggiore è determinato dalla conformazione della valle dell'Astico, in genere limitata lateralmente dalle ripide pendici montuose, spesso anche molto acclivi ed in posizione praticamente verticale.

Superata la S.S. 350 il tracciato autostradale si sviluppa dapprima per un breve tratto in sede naturale per poi imboccare la galleria artificiale Velo alla quale segue un tratto parte in rilevato e parte in trincea. Alla progressiva 7+400 circa si ritorna, per circa 1,5 chilometri, in direzione nord e circa 1,300 chilometri in direzione sud, in galleria (galleria Cogollo).

Inizia quindi da questo punto in poi un susseguirsi di tratti in galleria e di tratti all'aperto, con prevalenza in termini di lunghezza dei primi, caratteristica tipica delle autostrade di montagna, dove l'orografia da un lato e la rigidità geometrica dell'autostrada dall'altro portano inevitabilmente a scelte di questo tipo.

Proseguendo in direzione nord si ha la seguente successione: superata la galleria Cogollo, si ha un breve tratto all'aperto (115 m sulla carreggiata verso nord e 483 m sulla carreggiata verso sud) per poi imboccare la galleria Costa del Prà (lunghezza sulla carreggiata verso nord di 855 m e lunghezza della carreggiata verso sud 717 m). Segue una seconda tratta all'aperto di circa 400 m e successivamente si imbecca la galleria Forte Corbin (lunghezza sulla carreggiata verso nord di 2210 m e lunghezza della carreggiata verso sud 2120 m). Quindi il tracciato piegando verso est si porta alle spalle dell'abitato di Pedescala, attraversa la val d'Assa con l'omonimo viadotto (L=105 m), e poi rientra in galleria (galleria Pedescala lunghezza sulla carreggiata verso nord di 1750 m e lunghezza della carreggiata verso sud 1735 m), sbucando sulla valle dell'Astico che viene attraversata con il viadotto Settecà (lunghezza sulla carreggiata verso nord di 425 m e lunghezza della carreggiata verso sud 423 m) che supera la S.P. 350 e la strada comunale prima di imboccare la galleria S. Pietro (lunghezza sulla carreggiata verso nord di 3507 m e lunghezza della carreggiata verso sud 3586 m).



Figura 5: Zona della cava

A seguire, all'incirca alla progressiva km 18+240 m, il tracciato si sviluppa per un tratto importante all'aperto, potendo in questa zona contare su una maggiore disponibilità di territorio legata anche alla presenza di un sito di cava che si propone di risistemare e riqualificare anche con lo stoccaggio in sede definitiva del materiale proveniente dalle gallerie. In questo modo, oltre ad una importante riqualificazione ambientale del sito, si riesce ad inserire uno svincolo sulla viabilità ordinaria denominato svincolo della Valle dell'Astico con la classificazione geometria "a trombetta" (progressiva km 18+800 m), che potrebbe favorire le comunità locali negli spostamenti di lunga percorrenza verso il sistema autostradale nazionale, attualmente raggiungibile solo attraverso la S.S. 350.

Nella stessa area di svincolo è stato ubicato il centro di manutenzione completo di officina, deposito e parcheggio dei mezzi.

Il tratto all'aperto prosegue fino alla progressiva km 21+115 m, per un'estesa di quasi 2,9 km, prevedendo dei tratti in viadotto per tener conto delle esigenze idrauliche del corso d'acqua principale ed dei suoi affluenti laterali (viadotto Molino L=460.50 m e viadotto Posta 1 (lunghezza sulla carreggiata verso nord di 590 m e lunghezza della carreggiata verso sud 703 m) e Posta 2 (lunghezza sulla carreggiata verso nord di 689 m e lunghezza della carreggiata verso sud 706 m). All'interno di quest'ultima tratta tra la progressiva 19+300 e la progressiva 19+550 circa è stato necessario, sulla carreggiata verso nord, progettare una galleria artificiale, data la particolare orografia del versante.

Giunti in prossimità dell'abitato di Scalzeri la valle inizia nuovamente a restringersi, quindi il tracciato autostradale si trova costretto a svilupparsi nuovamente in galleria: con la galleria Pedemonte (lunghezza sulla carreggiata verso nord di 1849 m e lunghezza della carreggiata verso sud 1814 m) vengono by-passati gli abitati di Scalzeri, di Longhi, di Ciechi e Pedemonte, giungendo a superare l'Astico con il viadotto Ciechi (lunghezza sulla carreggiata verso nord di 285 m e lunghezza della carreggiata verso sud 310 m) prima di imboccare una lunga galleria.

La parte a nord di Lastebasse risulta, infatti, condizionata dalla presenza dei rilievi montuosi che devono necessariamente essere sottopassati con sviluppi delle opere in sotterraneo piuttosto importanti.

Il tracciato ripercorre le scelte proposte con il tracciato storico "A1" del 1995 attualizzate alle nuove normative ed allo stato reale dei luoghi, il tratto finale da Lastebasse a Besenello risulta praticamente quasi integralmente in sotterraneo, poiché in corrispondenza del viadotto Ciechi si imbecca la Galleria di Valico che ha una lunghezza della carreggiata verso nord di 15.145 m e una lunghezza della carreggiata verso sud di 15.075 m che permette il collegamento intervallivo tra le valli dell'Astico e dell'Adige. Il superamento delle infrastrutture sul fondovalle e del fiume Adige avviene con il viadotto Adige (L=500 m).

A differenza del tracciato storico, seppur il punto di interconnessione con la A22 sia rimasto posizionato nel medesimo sito, lo sbocco della galleria è stato spostato verso nord di circa 100 m, allontanandolo dall'abitato e posizionandolo all'interno di un sito di cava che con l'occasione potrebbe essere riqualificato, ritombando gli scavi mettendo a dimora parte del materiale scavato, contenendo così l'entità dei trasporti di materiale sul territorio e restituendo al sito le condizioni più naturalizzate che tendono a mitigare l'inserimento dell'autostrada.

In questo senso si è provveduto ad allungare il tratto di galleria naturale, evitando un lungo tratto di galleria artificiale che andava ad incidere il pendio sede di vigneti anche pregiati, si è accorciato il viadotto di scavalco della statale n. 12, della ferrovia e dell'Adige, ricercando anche un equilibrio architettonico dell'opera in termini di lunghezze delle campate e spessori strutturali.

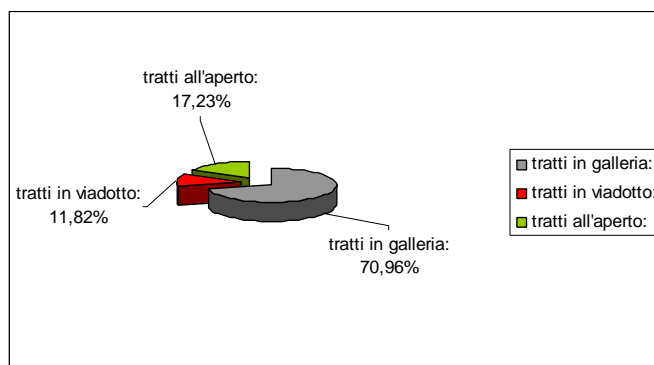


Figura 6: Zona Interconnessione di Besenello

Per quanto riguarda il posizionamento dell'interconnessione alla A22 si deve considerare la particolarità del fondovalle, nel quale si assiste in maniera diffusa ad uno stretto parallelismo tra l'autostrada A22 verso ovest ed il fiume verso est, fatto che limita la possibilità di inserire uno svincolo autostradale solo in corrispondenza delle divaricazioni puntuali tra le stesse: il sito individuato nel tracciato storico è stato così sostanzialmente confermato dal tracciato, anche in funzione di considerazioni circa la cantierizzazione dell'opera. Infatti, la proposta di realizzare lo scavo della lunga galleria di valico mediante la tecnica a sezione piena integralmente meccanizzata con fresa, richiede la necessità di ampi spazi per il montaggio della macchina di scavo, che risulta possibile nella soluzione individuata, mentre proposte con lo sbocco della galleria più a nord (in corrispondenza della vicinanza tra imbocco, statale 12, ferrovia e fiume Adige) avrebbe reso molto più problematica la fase di cantiere, al limite della realizzabilità.

Lo sviluppo complessivo dell'opera è di circa 39,1 chilometri di cui:

- 70.96% in galleria (artificiale e naturale);
- 11,82% in viadotto;
- 17.23% all'aperto.



Seguono le tabelle riassuntive per le principali opere d'arte.

Opere d'arte maggiori - Gallerie			
Opera		Carreggiata dir. Nord	
		L (m)	
		Carreggiata dir. Sud	
		L (m)	
Galleria	S. Agata	990,00	970,00
Galleria	Velo	140,00	60,00
Galleria	Cogollo	1.560,00	1.204,97
Galleria	Costa del Prà	855,00	717,00
Galleria	Forte Corbin	2.210,00	2.119,96
Galleria	Pedescala	1.750,00	1.734,85
Galleria	S. Pietro	3.507,10	3.586,20
Galleria	Molino	200,00	-
Galleria	Pedemonte	1.849,57	1.814,57
Galleria	Valico	15.140,00	15.079,81

Tabella 1: Tabella gallerie

Opere d'arte maggiori - Viadotti			
Opera		Carreggiata dir. Nord	
		L (m)	
		Carreggiata dir. Sud	
		L (m)	
Viadotto	Piovene	290,00	275,00
Viadotto	Boiadori	480,00	540,00
Viadotto	Velo	685,00	700,00
Viadotto	Assa	105,00	105,00
Viadotto	Settecà	424,79	422,68
Viadotto	Molino	460,50	460,50
Viadotto	Posta 1	590,00	700,00
Viadotto	Posta 2	695,00	710,00
Viadotto	Ciechi	285,23	309,83
Viadotto	Adige	500,53	500,53

Tabella 2: Tabella viadotti

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

Opere d'arte minori - Cavalcavia	
Opera	Progr. o riferimento
Cavalcavia Via Colombara	1+ 718,00
Cavalcavia S.Agata 1	2+450,00
Cavalcavia S.Agata 2	2+675.00
Cavalcavia Sv. Velo d'Astico	5+ 275,00
Cavalcavia Besenello 1	svincolo di interconnessione con la A22
Cavalcavia Besenello 2	svincolo di interconnessione con la A22
Cavalcavia viabilità comunale	svincolo di interconnessione con la A22

Tabella 3: Tabella cavalcavia

Opere d'arte minori - Manufatti scatolari stradali e manufatti idraulici		
Opera	Dimensioni	Progressiva
Canale di derivazione	2x3x3	0+650
Sottovia S.S.350	12x6	2+075
Canale di derivazione	2x3x2 (doppia canna)	3+780
Tombino di collegamento canali di gronda	1,50x1,50	4+500
Sottopasso	9,50x5,50	4+625
Tombino di collegamento canali di gronda	1,50x1,50	4+650
Tombino di collegamento canali di gronda	1,50x1,51	4+800
Manufatto scatolare Rio Albo	5,00x3,00	5+392
Manufatto scatolare Rio Albo	5,00x3,00	svincolo Velo
Manufatto scatolare Narotti	4,00x3,00	5+675
Tombino di collegamento	1,50x1,50	5+700
Sottopasso poderale	7,00x5,50	5+768
Tombini di collegamento canali di gronda	1,5x1,5	5+850
	1,5x1,5	6+000
	1,5x1,5	6+150
Canale di derivazione ad U	3x2	6+642
Canale di derivazione ad U	4x4	6+820
Tombino di collegamento canali di gronda	1,5x1,5	7+000
Deviazione del canale Cenge del Cengio	3.00x2.00	7+212
Tombino di collegamento canali di gronda	1,50x1,50	7+250/7+350
Tombino di collegamento canali di gronda	1,50x1,50	8+805/8+944
Deviazione del canale Cavallo con scatolare	3,00x2,00	9+028
Tombino di collegamento canali di gronda	1,50x1,50	10+000
Tombino di collegamento canali di gronda	1,50x1,50	12+400
Sottovia S.P. Pedescala	10,50x6,00	14+216
Tombino di collegamento canali di gronda	1,50x1,50	14+281
Deviazione canale ad U	3,00x2,00	14+746
Ponticello Torrente Grossa	10,00	19+067
Devizione canale ad U "Valle secondaria"	3,00x2,00	19+632
Devizione canale ad U "Morta"	3,00x2,00	19+850
Devizione canale ad U "Bisabella"	11,00x2,00	20+365
Ponticello Torrente Rua	12,00	21+075
Deviazione canale ad U	9,00x2,00	23+020
Sottovia Velo d'Astico	7,00x5,50	svincolo Velo

Tabella 4: Tabella manufatti scatolari stradali e manufatti idraulici

5.2 ELEMENTI GEOMETRICO FUNZIONALI

5.2.1 SEZIONI TIPO

Sezione tipologica in rilevato e trincea

Il punto di partenza propedeutico allo studio del tracciato stradale è senz'altro la definizione della categoria stradale da assegnare all'infrastruttura: la definizione delle sezioni tipo rappresenta il momento nel quale operare le scelte che vengono sviluppate nel corso della progettazione, in termini di geometrie stradali, di opere d'arte, di particolari costruttivi, di impianti ed opere di arredo.

La normativa stradale di riferimento, per quel che riguarda l'asse principale, è rappresentata dal D.M. 5 novembre 2001 *"Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"* che definisce gli elementi compositivi della sezione stradale e le relative dimensioni minime.

A seguito dello studio condotto nella prima fase di redazione del progetto preliminare e in accordo con il Committente, la scelta della sezione tipologica è ricaduta sulla categoria "A - Autostrade in ambito extraurbano", secondo la definizione delle citate norme.

La piattaforma risulta quindi così composta:

- due carreggiate ciascuna composta da due corsie per senso di marcia di larghezza pari a 3,75 m;
- margine interno tra le carreggiate, di larghezza minima pari a 4,00 m, composto da uno spartitraffico minimo di 2,60 m e da due banchine in sinistra di larghezza minima di 0,75 m;
- una corsia di emergenza di larghezza pari a 3,00 m;

La larghezza complessiva minima della piattaforma risulta pari a 11,25 m.

I valori delle banchine in sinistra sono da intendersi minimi, in quanto per necessità legate alla verifica delle distanze di visibilità, possono subire degli incrementi.

La sagoma trasversale in rettilineo è a tetto, a doppia falda e con pendenza (2,5%) verso l'esterno. Nelle curve circolari la pendenza di tutta la piattaforma, commisurata al raggio di curvatura, è rivolta verso l'interno, come richiesto nelle norme vigenti ed è stata limitata al valore massimo del 6%, come previsto per le strade che si sviluppano in un territorio soggetto a frequente innevamento. Durante la progettazione tale valore non viene comunque mai raggiunto, essendo il valore massimo di progetto pari a 4,9% sul prolungamento della curva esistente di raggio 1.500 m ad inizio intervento, mentre sulle

curve successive (ad eccezione dei tratti in corrispondenza delle interconnessioni autostradali) il valore massimo risulta pari a 4,4%.

Gli elementi marginali sono stati definiti partendo dall'assegnazione minima normativa (larghezza del ciglio più lo spazio di funzionamento della barriera di sicurezza) e assunti di larghezza pari a 2,00 m poiché tale spazio risulta necessario in relazione alla tipologia di barriera di sicurezza adottata, in funzione del tipo di collettamento delle acque di piattaforma e in funzione degli spazi necessari per l'alloggiamento degli impianti tecnologici di linea.

Si può quindi dire che l'articolazione del processo compositivo dei diversi elementi che costituiscono le sezioni tipo si è sviluppata partendo dalle regole del buon costruire (elementi di smaltimento delle acque di piattaforma) e applicando le normative tecniche di settore (ad esempio, per le barriere di sicurezza D.M. 236721/06/2004 "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale", nonché Circ. Min. 21-7-2010 n. 62032 e le norme UNI EN 1317) al fine di ottimizzare gli spazi necessari tenendo in conto la sicurezza dell'utenza.

La pendenza delle scarpate, secondo i primi calcoli di stabilità effettuati ed in relazione alla qualità geotecnica dei terreni interessati, è stata prevista in 2/3 opportunamente inerbita con terreno vegetale per uno spessore minimo di 30 cm.

Sezione tipologica in viadotto

Per superare le difficoltà orografiche presenti e in particolare per superare i corsi d'acqua sono stati previsti diversi attraversamenti in viadotto. La composizione della piattaforma stradale è conforme alla sezione all'aperto, ossia:

- due carreggiate ciascuna composta da due corsie per senso di marcia di larghezza pari a 3,75 m;
- una corsia di emergenza di larghezza pari a 3,00 m;
- banchina in sinistra di larghezza 0,75 m;

per un totale della larghezza della superficie pavimentata pari a 11.25 m.

Al margine destro è stato previsto un marciapiede di servizio di larghezza pari a 2.00 m nel quale è contenuta la barriera di sicurezza e margine la rete di protezione o in alternativa le barriere antirumore se previste. In corrispondenza delle piste di svincolo possono essere posizionati i pali di illuminazione che essendo del tipo "flessibile" non costituiscono ostacolo fisso per la deformabilità delle barriere di sicurezza.

Sulla sinistra si trova invece un cordolo di larghezza pari a 0.90 m. sul quale è alloggiata la

barriera di sicurezza.

Le canaline per l'alloggiamento degli impianti e le tubazioni per la raccolta delle acque di prima pioggia sono posizionate sull'intradosso dell'impalcato e sono schermate da una apposita veletta.

La tipologia di struttura adottata è del tipo acciaio-calcestruzzo con impalcato bitrave, tranne che per l'attraversamento dell'Adige e per il viadotto Piovene. Per il primo, data la particolare collocazione e l'importanza dell'opera, è stato progettato un viadotto ad arco. Questa soluzione, a via di corsa inferiore e spinta eliminata dall'impalcato, sembra identificare soluzione tipologica ottimale in quanto, al di là di evidenti considerazioni estetiche e di continuità tipologico formale con altri attraversamenti che interessano l'Adige più a nord, consente di confinare l'impegno statico alla sola luce di 140 m, evitando di interferire con la campata terminale in allargamento sulle piste A22, nonché di gestire al meglio la curvatura planimetrica di tracciato. Le soluzioni a via di corsa inferiore permettono inoltre di contenere in termini adeguati le quote di livelletta stradale nel rispetto di idonei franchi sulle quote delle piste ciclo-pedonali arginali.

Per il viadotto Piovene data la particolarità dell'attraversamento, che si presenta ad una considerevole altezza dal fondo valle e visibile da molti punti di vista, è stata adottata una soluzione a viadotto continuo a travata su pile alte, certamente connotata da austerità e pulizia formale, nella quale il lessico formale è demandato al disegno delle pile a lama svuotate del volume centrale che possa risultare gradevole e leggera, tale soluzione verrà dettagliatamente descritta nel capitolo dedicato alle opere d'arte.

Sezione tipologica in galleria

Come prima specificato gran parte del tracciato si svolge in galleria naturale. Sono state previste gallerie a doppio foro, con dimensioni della piattaforma stradale e delle banchine pari a quelle della sede viaria su corpo stradale. La larghezza totale del pavimentato è pari a 11,25 m organizzato in:

- due carreggiate ciascuna composta da due corsie per senso di marcia di larghezza pari a 3,75 m;
- una corsia di emergenza di larghezza pari a 3,00 m;
- banchina in sinistra di larghezza 0,75 m;

La sezione è completata dal profilo ridirettivo dietro al quale sono alloggiati parte degli impianti tecnologici (i restanti sono ubicati sotto la corsia di emergenza).

Per le gallerie lunghe è stato previsto anche lo scavo interamente meccanizzato tramite fresa a piena sezione.

L'altezza minima prevista all'interno di ciascun fornice rispetta i minimi di normativa (5,00 m in carreggiata e 4,80 m in corsia di emergenza), sia nella sezione in rettilineo con pendenza trasversale pari al 2,50%, sia nei tratti in curva con pendenza maggiore ruotata sia in un verso sia nell'altro.

Tutte le gallerie, come previsto nella norma, sono dotate di piazzole di emergenza, by-pass carrabili e by-pass pedonali.

5.2.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE: ANDAMENTO PLANIMETRICO

La metodologia seguita per la verifica degli elementi geometrici di ciascun tracciato segue quanto prescritto nel D.M. 5/11/2001 " Norme funzionali e geometriche per la costruzione del tracciato".

Per il tracciato individuato, essendo classificato secondo la categoria A "autostrada in ambito extraurbano", si è assunto l'intervallo di velocità 90-140 km/h.

Dal punto di vista delle grandezze analizzate è stato verificato che gli elementi di tracciato fossero conformi ai valori minimi secondo le citate norme. Di seguito, vengono descritte le principali caratteristiche planimetriche e vengono riportati i risultati delle verifiche.

Rettilinei

Per questi elementi compositivi dell'asse planimetrico, il Decreto 5/11/2001 fissa dei valori limite, superiore e inferiore, in funzione della velocità massima di progetto.

Il valore minimo, come si può desumere dalla tabella che segue, è pari a 360 m.

Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lunghezza min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

Il valore massimo risulta pari a 3.080 m ($V_{p,max}=140$ km/h), fanno eccezione i rettilinei che si inseriscono all'interno di un flesso, per i quali è stata applicata la regola sul limite superiore espressa dalla formula:

$$L_{\max} = \frac{A_1 + A_2}{12,5}$$

Di seguito si riporta la tabella con i valori dei rettifili adottati.

Elementi geometrici: rettifili						
Rettifilo n.	Progressiva Iniziale km	Progressiva Finale km	Sviluppo m	V _p [km/h]	L _{min} m	L _{max} m
1	575,9058	941,8429	365,9371	140	360	3080
2	1976,6524	2589,2415	612,5891	140	360	3080
3	3378,8147	3449,6813	70,8666	140	/	172
4	7049,1916	7071,5702	22,3786	140	/	125,6
5	10332,469	11012,0727	679,6035	140	360	3080
6	13989,461	14455,7447	466,2833	140	360	3080
7	16118,005	17133,8346	1015,83	140	360	3080
8	19036,283	19480,373	444,0904	140	360	3080
9	20762,973	20906,977	144,0045	140	360	3080
10	23112,051	23947,5662	835,5152	140	360	3080
11	26649,743	29130,6563	2480,914	140	360	3080
12	32993,038	34021,2182	1028,18	140	360	3080
13	35985,557	36495,0771	509,5199	140	360	3080
14	38649,493	38657,4193	7,9261	140	/	37,23

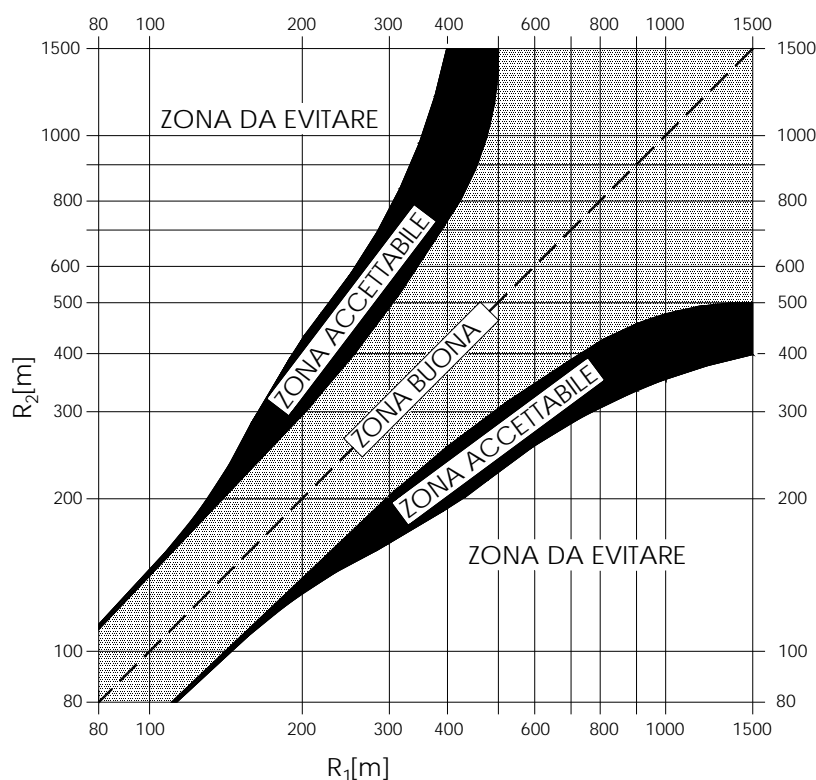
Tabella 5: lunghezze dei rettifili

Dalla tabella si evince che i valori dei rettifili rispettano i minimi e massimi fissati dalla norma.

Curve circolari

Alla velocità di 140 km/h il valore minimo dello sviluppo per essere percepita è pari a **97.22** metri, calcolato in relazione al tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi.

Inoltre tra due curve successive i rapporti tra i raggi di curvatura R1 ed R2 di due curve successive devono collocarsi nella zona "buona" dell'abaco della norma.



Elementi di transizione

Tra i rettili e le curve circolari al fine di evitare l'insorgenza istantanea della forza centrifuga e per favorire una migliore iscrizione del veicolo in curva sono state inserite curve a raggio variabile (clotoidi). Il parametro A assegnato alle clotoidi di tracciato deve verificare i tre criteri:

1. criterio della limitazione del contraccolpo, che con le opportune semplificazioni e assunzioni assume la forma pratica pari a:

$$A \geq 0,021 \times V^2$$

2. criterio della limitazione della sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata che assume le formule: nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i (q_i + q_f)}$$

nel caso in cui anche il raggio iniziale sia di valore finito (continuità) il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{B_i (q_f - q_i)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \times \frac{\Delta i_{\max}}{100}}}$$

3. criterio ottico: $A > R/3$ (Ri /3 in caso di continuità)

Inoltre, per garantire la percezione dell'arco di cerchio alla fine della clotoide, deve essere:

$$A > R$$

L'inserimento delle curve a raggio variabile deve soddisfare oltre ai criteri di dimensionamento della singola curva sopra esposti, anche le regole dettate dalla successione di più elementi vicini a formare casi particolari come la transizione (curva circolare con clotoidi con parametri diversi ai due lati), il flesso (curve circolari di verso opposto senza interposizione di un rettifilo), la continuità (successione di curve circolari di verso uguale senza rettifili intermedi) e il raccordo tra due cerchi secanti mediante cerchio ausiliario.

Nella tabella seguente si riportano i valori delle curve circolari e delle relative clotoidi.

Elementi geometrici: curve e clotoidi								
Curva n.	Progressiva Iniziale	Progressiva Finale	Raggio	Sviluppo	V _p	L _{min}	Clotoidi	
					[km/h]		A _{prec}	A _{succ}
1	0	157,346	1510	157,346	140	97,22	/	795
2	1108,51	1809,99	1500	701,476	140	97,22	500	500
3	2893,75	3039,53	2660	145,776	140	97,22	900	950
4	4104,23	5771,36	2200	1667,13	140	97,22	1200	887
5	6555,04	6841,41	1850	286,372	140	97,22	887	620
6	7388,24	9619,97	2850	2231,73	140	97,22	950	1425
7	11311	13690,6	2650	2379,58	140	97,22	890	890
8	14780,2	15793,6	2900	1013,36	140	97,22	970	970
9	17422,8	18747,3	2500	1324,45	140	97,22	850	850
10	19697	20466,8	1950	769,728	140	97,22	650	760
11	21307,9	22804,3	2750	1496,38	140	97,22	1050	920
12	24394	26203,3	3500	1809,32	140	97,22	1250	1250
13	30325,8	31797,9	10250	1472,14	140	97,22	3500	3500
14	34310,2	35696,6	2500	1386,34	140	97,22	850	850
15	36863,7	38280,9	2500	1417,14	140	97,22	960	960

Tabella 6: Caratteristiche geometriche delle curve e delle clotoidi

In base ai calcoli effettuati i parametri delle clotoidi rispondono ai tre criteri illustrati dalla norma, inoltre lo sviluppo delle curve è sempre maggiore del limite minimo di 97,22 m.

Pendenze trasversali nei rettifili e nelle curve circolari

La pendenza minima trasversale in rettilineo è pari al valore 2,5% e le carreggiate sono ciascuna orientata con il ciglio più depresso verso l'esterno. In curva circolare, invece, la carreggiata è inclinata verso l'interno e il valore di pendenza trasversale è mantenuta costante su tutta la lunghezza dell'arco di cerchio. Se il raggio di curvatura è maggiore del valore R_{2,5} che per le strade autostrade extraurbane categoria "A" risulta pari a 10.25 m si assume la pendenza trasversale pari al valore 2,5%. Per valori del raggio R inferiori a R_{2,5} si è fatto riferimento agli abachi indicati dalla normativa.

Come detto nel paragrafo relativo alle sezioni tipo, il valore di riferimento massimo della pendenza trasversale è stato limitato al 6%, come previsto per le strade che si sviluppano in un territorio soggetto a frequente innevamento. Tale valore non viene comunque mai raggiunto, la massima pendenza risulta, infatti, pari a 4,9%.

5.2.3 DISTANZE DI VISIBILITA'

Per distanza di visuale libera o di visibilità si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Nella redazione di un progetto preliminare la verifica principale che viene condotta per accertarsi della correttezza del tracciato e per intervenire nei punti in cui emergono problemi di visibilità è correlata alla distanza di visibilità per l'arresto. Tale parametro rappresenta lo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto.

Di seguito si riassume il procedimento di calcolo analitico seguito per la determinazione della distanza di visibilità per l'arresto. Si è inoltre eseguita la verifica grafica puntuale con il programma di calcolo stradale.

Distanza di visibilità per l'arresto

La relazione di calcolo della distanza di visibilità per l'arresto si calcola con la formula integrale:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{v_0}^{v_1} \frac{V}{g \times \left[f_t(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [\text{m}]$$

dove:

D1 = spazio percorso nel tempo τ

D2 = spazio di frenatura

V0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità [km/h]

V1 = velocità finale del veicolo, in cui V1 = 0 in caso di arresto [km/h]

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

g = accelerazione di gravità [m/s²]

Ra = resistenza aerodinamica [N]

m = massa del veicolo [kg]

f1 = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

r0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

La resistenza aerodinamica Ra si valuta con la seguente espressione:

$$Ra = \frac{1}{2 \times 3,6^2} \rho C_x S V^2 \quad [N]$$

dove:

Cx = coefficiente aerodinamico

S = superficie resistente [m²]

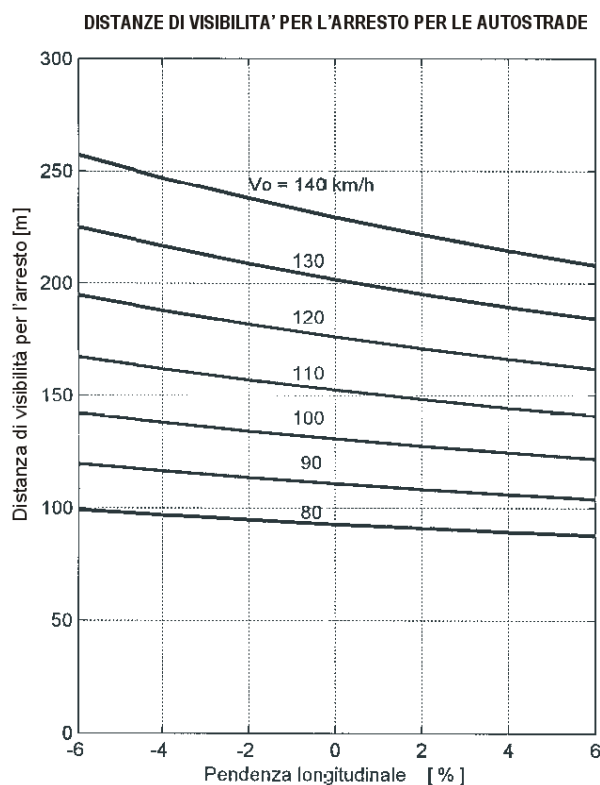
ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m³]

Per f1 con riferimento alla categoria Autostrade la normativa da i seguenti valori (compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata con spessore del velo idrico di 0,5 mm):

VELOCITA' [km/h]	25	40	60	80	100	120	140
f ₁ Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34

Inserendo i corretti valori dei diversi parametri, l'integrale si riduce ad una sommatoria i quanto la funzione integrando assume la forma "a gradini" e si determinano i valori così

diagrammabili:



5.2.4 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE: ANDAMENTO ALTIMETRICO

La pendenza massima adottabile per il rispetto della normativa risulta pari al valore 5%. Tale valore scende al 4% in corrispondenza di gallerie, al fine di contenere le emissioni di sostanze inquinanti e di fumi, e ancor meno nel caso di lunghe gallerie in relazione ai volumi ed alla composizione del traffico previsto.

La pendenza minima assunta per il tracciato in oggetto è del 0.25%, mentre la pendenza massima è del 2.7%, inferiore a quanto prescritto dalle norme.

I raccordi verticali (concavi e convessi) sono stati dimensionati con riferimento alle distanze di visibilità, già discusse. Sono eseguiti con archi di parabola quadratica ad asse verticale, il cui sviluppo viene calcolato con l'espressione:

$$L = R_v \times \frac{\Delta i}{100} \quad [m]$$

dove Δi è la variazione di pendenza percentuale delle livellette da raccordare ed R_v è il raggio del cerchio osculatore, nel vertice della parabola.

Fissata la distanza di visuale libera che si vuole verificare lungo lo sviluppo del tracciato, le formule per il caso convesso sono:

- se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2})}$$

- se invece $D > L$

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[D - 100 \frac{h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2}}{\Delta i} \right]$$

Si pone da norma $h_1 = 1,10$ m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso si pone $h_2 = 0,10$ m.

Per il caso concavo ponendo $h = 0,5$ m e $\theta = 1^\circ$ sono:

- se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2(h + D \sin \theta)}$$

- se invece $D > L$

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[D - \frac{100}{\Delta i} (h + D \times \sin \theta) \right]$$

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa dei raggi adottati per i raccordi verticali.

Elementi geometrici: raccordi verticali				
Raccordo n.	Tipologia	Pend. 1	Pend. 2	Raggio
1	Concavo	1,3	1,8	3.000
2	Concavo	1,8	2,2	100.000
3	Convesso	2,2	2,8	17.000
4	Concavo	2,8	0,25	10.000
5	Concavo	0,25	0,25	20.000
6	Concavo	0,25	1,55	10.000
7	Convesso	1,55	1,3	15.000
8	Concavo	1,3	1,7	15.000
9	Convesso	1,7	1,25	16.000
10	Concavo	1,25	2,1	6.000
11	Concavo	2,1	2,5	20.000
12	Convesso	2,5	0,8	16.000
13	Concavo	0,8	2,05	6.000
14	Concavo	2,05	2,7	16.000
15	Convesso	2,7	2,05	16.000
16	Concavo	2,05	1,434	50.000

Tabella 7: Raccordi verticali

E' stato verificato che i raccordi di progetto rispondono ai criteri illustrati dalla norma.

5.2.5 *DIAGRAMMA DI VISIBILITA'*

Poiché lungo tutto lo sviluppo del tracciato le curve circolari presentano valori del raggio superiori al minimo pari a 964 m che corrisponde alla velocità di progetto 140 km/h, il diagramma di velocità risulta piatto su tale valore (valore riportato nei profili longitudinali).

Allargamenti per la visibilità

Sulla base delle sezioni tipo e degli elementi marginali previsti lungo lo sviluppo del tracciato, sono stati verificati gli spazi necessari per la visibilità in curva mediante verifica grafica e numerica (come riportato nel paragrafo 5.3.2.).

La visibilità per l'arresto è garantita sull'intero sviluppo del tracciato, intervenendo con allargamenti oltre la banchina in sinistra (larghezza 0,70 m) e la corsia d'emergenza (larghezza 3,00 m). Secondo le verifiche condotte i punti che necessitano di allargamenti sono in numero limitato:

Carreggiata nord:

- dalla progressiva 1108.51 alla progressiva 1809,99: allargamento in sinistra 2.00 m;
- dalla progressiva 6555.04 alla progressiva 6841.41: allargamento in sinistra 0.80 m;
- dalla progressiva 19697.04 alla progressiva 20466.77: allargamento in sinistra 0.60 m;

Carreggiata sud:

- dalla progressiva 4104.23 alla progressiva 5771.36: allargamento in destra 0.50 m;

5.3 *VIABILITA' DI SVINCOLO E DI INTERCONNESSIONE*

5.3.1 *Descrizione*

Per la progettazione degli svincoli si fa riferimento al Decreto Ministeriale 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", il quale ha introdotto i criteri di dimensionamento degli svincoli in funzione della tipologia di intersezione, della categoria stradale degli assi intersecanti e di altri parametri geometrici tipici della geometria stradale (raggi di curvatura, velocità di progetto, ecc.).

Gli svincoli e l'interconnessione previsti per il corridoio di progetto sono:

- Svincolo di Velo D'Astico;
- Svincolo Valle dell'Astico;

- Interconnessione con la A22.

Svincolo di Velo D'Astico

Lo svincolo di Velo d'Astico è posizionato circa alla progressiva km 5+000. Lo schema di svincolo seppur riconducibile all'usuale tipologia di svincolo autostradale a trombetta, presenta la complicazione del posizionamento dell'area di servizio Astico (un'area per ciascuna carreggiata) che ha comportato la realizzazione degli accessi/uscite dall'area stessa sulle rampe di svincolo, evitando manovre di scambio sul sedime autostradale. L'opera principale è un cavalcavia che alloggia le due piste di svincolo.

Lo svincolo si collega alla viabilità ordinaria in destra Astico, prossima all'area industriale comunale, mediante una rotatoria.

La zona di svincolo e le aree di servizio sono state progettate in rilevato, le viabilità poderali esistenti sono state ripristinate prevedendo anche appositi sottopassi.

Le aree di servizio e l'area del casello sono completate con elementi di copertura la cui forma e i materiali utilizzati, richiamano il tema del paesaggio fluviale, come dettagliato nella relazione illustrativa.

Svincolo Valle dell'Astico

Lo svincolo di Valle dell'Astico è stato progettato con un classico schema a trombetta. L'area in cui è stato possibile inserirlo si trova in sinistra Astico, alla progressiva km 18+600 circa, in corrispondenza di una cava sulla quale si prevede un intervento di ripristino ambientale. Le rampe sono state progettate in rilevato eccetto la pista che da Vicenza va verso lo svincolo che è parzialmente in viadotto.

Dal punto di vista funzionale, l'ubicazione dello svincolo è di notevole importanza per il collegamento con centri particolarmente attrattivi per il turismo invernale. Infatti, lo svincolo permette di raggiungere, tramite la S.S. 350, gli altipiani di Folgaria e Lavarone. Per questo motivo è stata anche prevista un'area di servizio denominata "Lavarone", con la predisposizione della stazione carburanti e delle aree di ristorazione.

Inoltre, data la centralità dello svincolo rispetto al nuovo tracciato, è stato predisposto un centro di manutenzione a servizio del gestore con spazi adeguati all'inserimento di tutti gli apprestamenti: tettoie per lame spazzaneve e spargisale, per mezzi speciali (spazzatrici, autocarri), un capannone per deposito cloruri e materiali di consumo con annesse postazioni di uffici e del personale, isola ecologica, area per atterraggio elicotteri, area per eventuali officine meccaniche per la riparazione dei mezzi, eventuale postazione di presidio per VV.FF.

I caselli, il centro di manutenzione e l'area di servizio sono completate da elementi di copertura come prima specificato per lo svincolo di Velo d'Astico.

Interconnessione con la A22

L'interconnessione presenta una geometria riconducibile ad una configurazione "a racchetta", una sorta di trombetta ma a doppio manufatto che consente di ottenere raggi di curvatura maggiori e quindi velocità di percorrenza più elevate. Nell'area di svincolo è stato previsto di utilizzare una parte dell'area interclusa sul lato est della A22 per realizzare un centro di manutenzione/presidio per la A31, in particolare per la gestione dell'esercizio della lunga Galleria di Valico, accessibile sia dalla A31 che dalla A22.

5.3.2 Sezioni tipo

Le sezioni stradali tipo per gli svincoli e le interconnessioni prevedono due tipologie di piattaforma:

- Rampa di svincolo monodirezionale a singola corsia: larghezza della corsia 4,00 m con banchine in destra pari a 1,00 m e in sinistra pari a 1,00 m, con larghezza complessiva pavimentata pari a 6,00 m.
- Rampa di svincolo bidirezionale: larghezza delle corsie 3,50 m con banchine in destra e in sinistra rispettivamente pari a 1,00 m con larghezza complessiva pari a 9,00 m.

5.3.3 Caratteristiche geometriche delle rampe di svincolo

Per la verifica della congruenza degli elementi geometrici di svincolo si fa riferimento al D.M. 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" che dà indicazioni in funzione dei diversi intervalli di velocità fissati.

Per le diverse tipologie di rampe e per intervalli cinematici definiti si fa riferimento al seguente schema:

Velocità di progetto per le diverse tipologie di rampe		
Tipi di rampe	Incroci A/A, A/B, B/A	Incroci A/C, B/B, C/A, C/B
Curvilinea diretta	50-80 km/h	40-60 km/h
Curvilinea semidiretta	40-70 km/h	40-60 km/h
Curvilinea indiretta	in uscita da A: 40 km/h in entrata su A: 30 km/h	in uscita: 40 km/h in entrata: 30 km/h
Rettilinea diretta	60-80 km/h	40-70 km/h

Tabella 8: Velocità di progetto

Inoltre, per la parametrizzazione geometrica dei singoli elementi plano-altimetrici costituenti il nodo di svincolo, la norma suggerisce, in base alla velocità di progetto del singolo elemento, i valori da adottare come indicato nella seguente tabella.

Caratteristiche planoaltimetriche delle rampe						
Velocità di progetto	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo (m)	25	45	75	120	180	250
Pendenza max salita (%)	7,0		5,0			
Pendenza max discesa (%)	8,0		6,0			
Raggi minimi verticali convessi (m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Raggi minimi verticali concavi (m)	250	500	750	1000	1400	2000
Pendenza trasversale minima (%)	2,5					
Pendenza trasversale max (%)	6,0					
Visibilità longitudinale minima (m)	25	35	50	70	90	115

Tabella 9: Caratteristiche planoaltimetriche da norma

Se si confrontano le tab. n. 4 n. 4 con i valori di progetto riportati di seguito si riscontra la completa rispondenza alle norme.

Svincolo di Velo d'Astico.

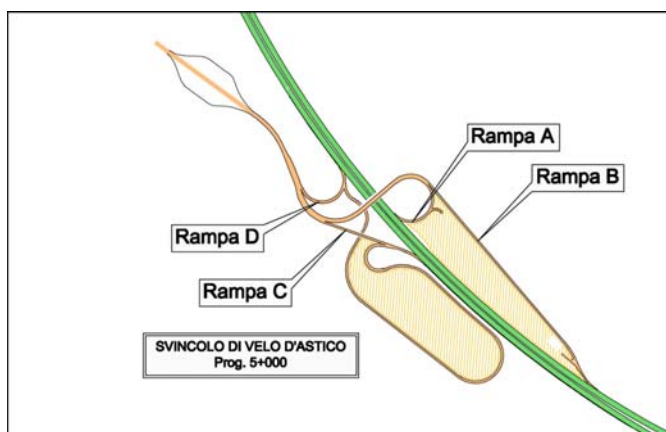


Figura 7: schema dello svincolo di Velo d'Astico

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

SVINCOLO VELO D' ASTICO										
NODO			Vp	R plan. minimo	% max in salita	% max in discesa	R convesso min	R concavo minimo	R usc/ent rampa	V usc/ent rampa
	TIPO	Orig. / Dest.	Km/h	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	Km/h
Rampa A	SEMI DIR.	per TN	40 - 60	49,00	3,84	3,84	2000,00	2000,00	49,00	42,00
Rampa B	SEMI DIR.	da VI	40 - 60	110,00	0,33	-	-	3500,00	110,00	58,00
Rampa C	DIRETTA	per VI	40 - 60	120,00	-	5,98	1500,00	1000,00	120,00	60,00
Rampa D	DIRETTA	da TN	40 - 60	49,00	6,94	-	1000,00	700,00	49,00	42,00

Tabella 10: Caratteristiche planoaltimetriche di progetto

Svincolo Valle dell'Astico

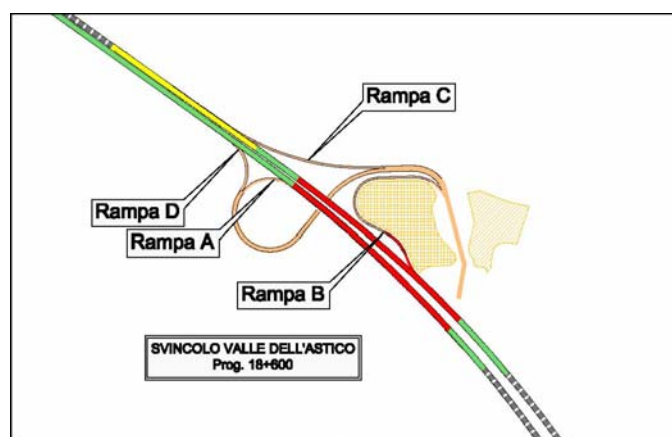


Figura 8: schema dello svincolo Valle dell'Astico

VALLE DELL' ASTICO										
			Vp	R plan. minimo	% max in salita	% max in discesa	R convesso min	R concavo minimo	R usc/ent rampa	V usc/ent rampa
	TIPO	Orig. / Dest.	Km/h	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	Km/h
Rampa A	SEMI DIR.	per VI	40 - 60	75,00	5,50	5,50	1600,00	1000,00	75,00	50,00
Rampa B	SEMI DIR.	da VI	40 - 60	48,00	-	6,95	1800,00	1000,00	178,90	60,00
Rampa C	DIRETTA	per TN	40 - 60	500,00	6,80	-	1500,00	1500,00	500,00	60,00
Rampa D	DIRETTA	da TN	40 - 60	75,00	3,20	-	-	2000,00	75,00	50,00

Tabella 11: Caratteristiche planoaltimetriche di progetto

Interconnessione con la A22

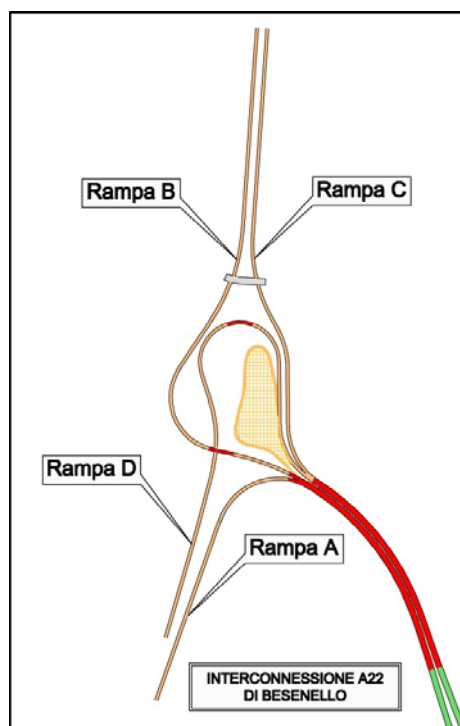


Figura 9: Schema dell'interconnessione con la A22

INTERCONNESSIONE CON LA A22										
			Vp	R plan. minimo	% max in salita	% max in discesa	R convesso min	R concavo minimo	R usc/ent rampa	V usc/ent rampa
	TIPO	Orig. / Dest.	Km/h	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	Km/h
Rampa A	DIR	da MO	50 - 80	120,00	4,98	-	3000,00	2500,00	USCITA AD AGO	
Rampa B	SEMI DIR.	da TN	40 - 70	104,00	2,66	-	5000,00	3500,00	360,00	70,00
Rampa C	SEMI DIR.	per TN	40 - 70	130,00	-	4,05	3000,00	3000,00	296,00	70,00
Rampa D	SEMI DIR.	per MO	40 - 70	80,00	-	4,40	2500,00	3000,00	246,00	70,00

Tabella 12: Caratteristiche piano altimetriche di progetto

5.3.4 Corsie di accelerazione e decelerazione

La modalità di progettazione delle corsie di accelerazione segue quanto specificato nel D.M. 2006 e secondo lo schema:

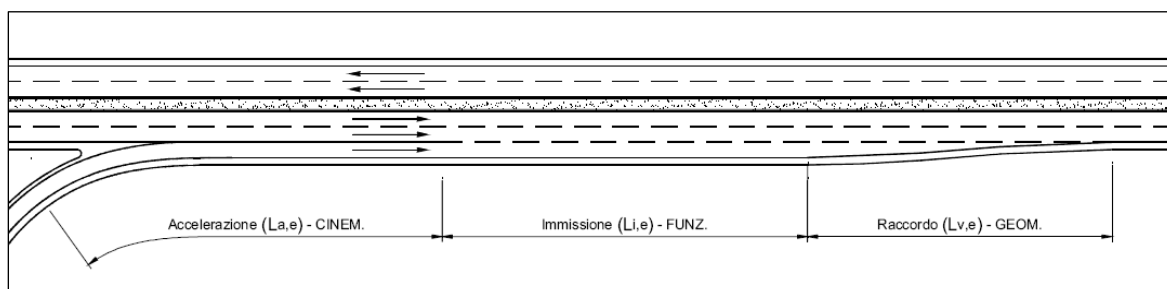


Figura 10: Schema corsie di accelerazione

con:

- Tratto di accelerazione di lunghezza $L_{a,e}$ la cui lunghezza si determina in base a criteri cinematici;
- Tratto di immissione di lunghezza $L_{i,e}$ da dimensionare secondo criteri funzionali. Gli elementi e i parametri da determinare sono in funzione della domanda di traffico riferita al periodo di punta di progetto;
- Elemento di raccordo di lunghezza $L_{v,e}$ la cui lunghezza si determina in funzione della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette. Per $V_p > 80$ km/h $L_{v,e}$ è pari a 75 m.

La lunghezza del tratto di accelerazione $L_{a,e}$ viene calcolata pertanto mediante la seguente espressione:

$$L_{a,e} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2a}$$

con:

- $L_{a,e}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- V_1 (km/h) è pari all'80% della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette. Questa velocità va determinata dal diagramma di velocità (secondo quanto riportato nel D.M. 5/11/2001);

- V_2 (km/h) è la velocità di progetto della rampa nel punto di inizio del tratto di accelerazione della corsia di entrata (per V_2 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di entrata);
- a (m/s^2) è l'accelerazione assunta per la manovra pari a $1.0 m/s^2$.

La modalità di progettazione delle corsie di decelerazione segue sempre quanto specificato nel D.M. 2006 e secondo lo schema che segue:

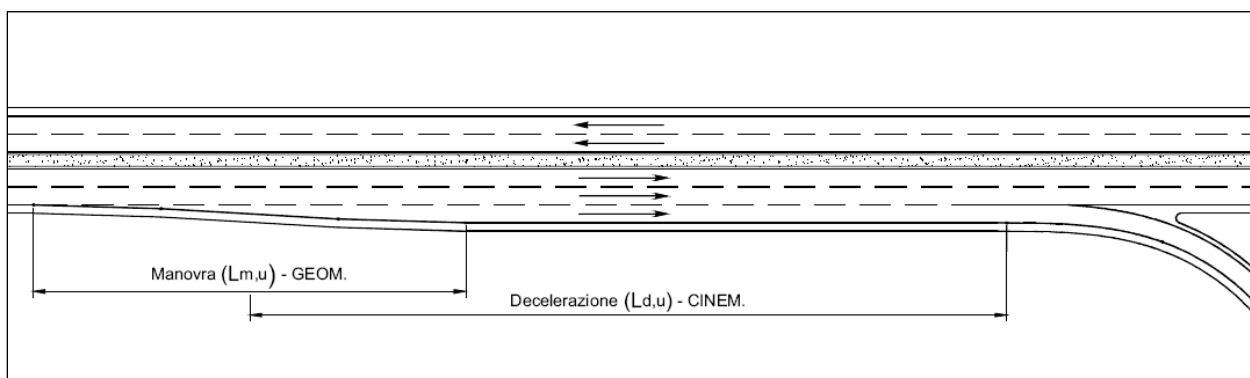


Figura 11: Schema corsie di decelerazione

La lunghezza del tratto di decelerazione $L_{d,u}$ deve essere correlata alla diminuzione di velocità longitudinale tra quella del ramo da cui provengono i veicoli in uscita e quella ammissibile con il raggio di curvatura della rampa.

La lunghezza del tratto di decelerazione $L_{d,u}$ viene calcolata pertanto mediante la seguente espressione:

$$L_{d,u} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2a}$$

dove:

- $L_{d,u}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- V_1 (km/h) è la velocità di progetto del tratto di strada da cui provengono i veicoli in uscita, determinata dal diagramma di velocità secondo quanto riportato nel D.M. 5/11/2001);
- V_2 (km/h) è la velocità di uscita dal tronco di decelerazione (per V_2 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di uscita);
- a (m/s^2) è la decelerazione assunta per la manovra, per strade di tipo A pari a $3 m/s^2$.

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

Di seguito si riportano le tabelle riepilogative per le corsie di accelerazione e decelerazione per i tre nodi:

SVINCOLO VELO D' ASTICO										
	Corsia di	acc.	La,e	Li,e	Lv,e	Ld,u	Lm,u	TOTALE	di cui in clotoide	Tratto parallelo
		m/s	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Rampa A	Acc.	1,00	415,90	150,00	75,00			640,90	23,00	617,90
Rampa B	Dec.	3,00				208,80	90,00	253,80		253,80
Rampa C	Acc.	1,00	345,06	150,00	75,00			570,06	37,00	533,06
Rampa D	Dec.	3,00				229,37	90,00	274,37		274,37

Tabella 13: Svincolo di Velo d'Astico -Caratteristiche delle corsie di accelerazione e decelerazione

SVINCOLO VALLE DELL' ASTICO										
	Corsia di	acc.	La,e	Li,e	Lv,e	Ld,u	Lm,u	TOTALE	di cui in clotoide	Tratto parallelo
		m/s	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Rampa A	Acc.	1,00	387,50	150,00	75,00			612,50	30,00	582,50
Rampa B	Dec.	3,00				205,76	90,00	250,76		250,76
Rampa C	Acc.	1,00	345,06	150,00	75,00			570,06	54,00	516,06
Rampa D	Dec.	3,00				219,91	90,00	264,91		264,91

Tabella 14: Svincolo Valle dell'Astico -Caratteristiche delle corsie di accelerazione e decelerazione

INTERCONNESSIONE CON LA A22										
	Corsia di	acc.	La,e	Li,e	Lv,e	Ld,u	Lm,u	TOTALE	di cui in clotoide	Tratto parallelo
		m/s	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Rampa A	Dec.	3,00				252,06	90,00	297,06		297,06
Rampa B	Dec.	3,00				189,04	90,00	234,04		234,04
Rampa C	Acc.	1,00	294,91	150,00	75,00			519,91	57,00	462,91
Rampa D	Acc.	1,00	294,91	150,00	75,00			519,91	44,00	475,91

Tabella 15: Interconnessione con la A22 -Caratteristiche delle corsie di accelerazione e decelerazione

5.4 BARRIERE DI SICUREZZA

La scelta delle tipologie di sicurvia da adottare per la strada di progetto è stata finalizzata alle migliori prestazioni in termini di sicurezza sia attiva sia passiva dell'utente, riducendo la probabilità del rischio d'impatto e conseguentemente il rischio di lesioni, qualora l'impatto fosse inevitabile, minimizzando le accelerazioni possibili a carico degli occupanti del veicolo. Le barriere devono inoltre garantire l'invalidabilità, così da assicurare la sicurezza di tutto ciò che si trova al di là della struttura di contenimento e un graduale rientro in carreggiata del veicolo dopo l'urto, con un angolo di ritorno tale da non arrecare danni agli altri veicoli occupanti la carreggiata. In sintesi si può affermare che le barriere di sicurezza stradali devono rispondere con efficacia alle seguenti tre richieste:

- resistenza;
- efficienza funzionale;
- durabilità.

Le tipologie adottate, oltre alle motivazioni sopra esposte, sono state selezionate in funzione della categoria di strada, nonché delle caratteristiche del traffico cui la strada sarà interessata facendo riferimento alla normativa vigente: D.M. del 18/02/1992, D.M. del 21/06/2004 e la Circolare n. 104862 del 15/11/2007.

Dalla tabella che segue si può rilevare che per la categoria "A" e traffico tipo III (TGM>1.000 veic., 15% traffico pesante) le barriere da adottare sono quelle cerchiare in rosso.

TIPO DI STRADA	TIPO DI TRAFFICO	DESTINAZIONE BARRIERE		
		Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte ⁽¹⁾
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 ⁽²⁾	H2-H3 ⁽²⁾	H3-H4 ⁽²⁾
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

⁽¹⁾ Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale.

⁽²⁾ La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista.

Tabella 16: Tabella con le indicazioni sulla tipologia di barriera di sicurezza da adottare

In particolare:

- Barriera metallica bordo laterale classe H3;
- Barriera metallica bordo opera classe H4;
- Barriera metallica spartitraffico classe H3;
- Profilo ridirettivo nelle gallerie.

L'elemento maggiormente condizionante è la dimensione da assegnare allo spartitraffico, inteso come spazio destinato alla separazione fisica delle correnti veicolari e comprendente lo spazio destinato al funzionamento - deformazione dei dispositivi di ritenuta: il comportamento deformativo delle barriere di sicurezza è rappresentato dal parametro W dichiarato nei certificati di omologazione delle barriere stesse, il quale assume valori anche molto diversi passando da un materiale all'altro e dalla tipologia monofilare bifacciale alla doppia monofilare. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa che relaziona la classe della barriera con i valori della larghezza di funzionamento della barriera medesima :

Classe	Livelli di W [m]
W1	≤ 0.6
W2	≤ 0.8
W3	≤ 1.0
W4	≤ 1.3
W5	≤ 1.7
W6	≤ 2.1
W7	≤ 2.5
W8	≤ 3.5

Tabella 17: Valori del parametro W in funzione della classe di contenimento

Premesso che la scelta tra la soluzione monofilare o bifilare è stata condotta anche sulla base di considerazioni riguardanti la visibilità in curva ed i costi di installazione e manutenzione, si può porre in evidenza come la scelta di barriere del tipo a doppia fila (doppia barriera monofilare) sia preferibile anche in termini di continuità con il tratto in esercizio dell'Autostrada A31 da Vicenza a Piovene Rocchette e con il tratto in costruzione da Rovigo a Vicenza.

Completando l'analogia con il tratto in esercizio, in accordo con il Concessionario, si è preferito non proporre la siepe centrale per le problematiche e gli oneri di manutenzione che la stessa comporta.

Per i dispositivi omologati, come nel caso in oggetto, la normativa non richiede controlli sui rapporti delle prove d'urto e considera necessaria la sola verifica dell'installazione della

barriera, la quale deve essere effettuata in conformità a quanto specificato nel certificato di omologazione, salvo diversa specifica di progetto.

La **barriera bordo laterale** è prevista in tutti i casi in cui si ha un rilevato di altezza maggiore di un metro, si tratta di dispositivo infisso nel terreno con deformabilità dinamica avente classe di larghezza operativa pari a W6.

La **barriera bordo opera** è impiegata a margine della piattaforma di viadotti e in testa ai muri dove le ridotte dimensioni degli spazi implicano la scelta di dispositivi rigidi o che, comunque, non subiscano grossi spostamenti. Il livello di contenimento della barriera bordo opera è quindi pari ad una classe H3 con larghezza operativa pari a W6.

Per i punti critici, rappresentati dalle rampe di svincolo, dai punti singolari o di passaggio tra diverse tipologie di barriere, sono stati sviluppati interventi mirati che prevedono:

- 1. zone di transizione opportunamente dimensionate;**
- 2. attenuatori d'urto;**
- 3. terminali omologati.**

Il progetto presenta, infatti, zone di transizione in cui è necessario non interrompere la continuità del contenimento. A tal proposito le norme (UNI EN 1317-4 e UNI EN 1317-2) forniscono gli elementi per la corretta progettazione. Le transizioni sono state quindi definite a partire dalle caratteristiche delle barriere da connettere, verificando che l'elemento debba sempre avere classe di contenimento non inferiore alla minore delle due, né superiore alla maggiore delle classi, mentre la larghezza operativa non deve essere superiore a quella maggiore delle barriere connesse. Inoltre, è assodato che le transizioni debbano superare le prove di severità con veicolo leggero e d'invalicabilità con veicolo pesante. Lo scopo di questi elementi di ritenuta è quindi quello di fornire un cambiamento graduale di rigidità e contenimento dalla prima alla seconda barriera per prevenire i pericoli connessi a una variazione improvvisa. Per il caso particolare del passaggio tra profilo ridirettivo in galleria e barriera metallica all'aperto non si ha un elemento di transizione vero e proprio ma si è provveduto a portare all'esterno l'elemento più rigido sovrapponendo e fissando quello più cedevole. Tali lavorazioni richiedono una particolare cura nel montaggio e alta professionalità del personale addetto.

Si ribadisce, quindi, che nella progettazione degli elementi marginali di transizione, le definizioni delle classi di contenimento, dei test di accettazione, delle larghezze operative, delle deflessioni dinamiche, dell'ASI e degli altri metodi e parametri di prova, sono sempre quelli specificati nella UNI EN 1317-2 ed adottati per l'omologazione delle barriere.

Rispetto al secondo punto le norme applicate sono le UNI EN 1317 parte 3 e parte 4. Gli attenuatori d'urto consistono in strutture deformabili in grado di assorbire l'energia del veicolo impattante assoggettandolo a decelerazioni che risultino, di fatto, sopportabili dai suoi occupanti. Gli attenuatori d'urto sono stati impiegati soprattutto nelle zone di diversione, dove è più probabile che vi siano punti singolari da proteggere. Le tipologie in commercio sono molteplici e si differenziano in funzione della capacità ridirettiva, dell'attraversabilità del sistema, della tipologia di materiale e del meccanismo di funzionamento. La tipologia prescelta, debitamente omologata, è costituita da elementi metallici e di plastica collegati tra loro e contenenti elementi dissipatori con funzione di assorbimento dell'energia di collisione.

Infine, sono previsti terminali omologati che devono soddisfare i requisiti di sicurezza al fine di impedire agli elementi costituenti la barriera di penetrare nell'abitacolo del veicolo, di contenere il veicolo in caso di urto laterale impedendone l'uscita di carreggiata e di direzionare il veicolo che ha perso il controllo lungo la sua direzione originaria. Secondo la normativa europea UNI EN 1317-4 devono superare opportuni crash test condotti con vari angoli di incidenza. Le tipologie di terminali esistenti in commercio ed omologati sono svariati, ma in genere prevedono una serie di elementi concatenati in grado di deformarsi in maniera progressiva, anche sovrapponendosi, sotto l'azione del veicolo impattante. Spesso presentano un elemento frontale di attenuazione e raccordo, in grado di sospingere le parti mobili del sistema nella direzione dell'urto. Alcuni sono dotati di montanti appoggiati a terra che ne garantiscono la stabilità anche in caso di urto laterale. In generale è possibile classificare i terminali come immersi e non immersi e questi ultimi si differenziano in non immersi con attenuatore o senza attenuatore. Per il progetto in oggetto si è scelto di utilizzare terminali non immersi con attenuatore d'urto.

5.5 PAVIMENTAZIONI STRADALI

Nel presente paragrafo si illustra la pavimentazione adottata con le tecnologiche migliorative per la sovrastruttura stradale da impiegare nel progetto del tronco Trento - Valdastico - Piovene Rocchette dell'autostrada A31 Trento - Rovigo.

La soluzione prevede i seguenti strati:

- usura in conglomerato bituminoso drenante: 5 cm;
- collegamento (binder) in conglomerato bituminoso: 7 cm;
- base in conglomerato bituminoso: 25 cm;
- base in misto cementato: 25 cm;

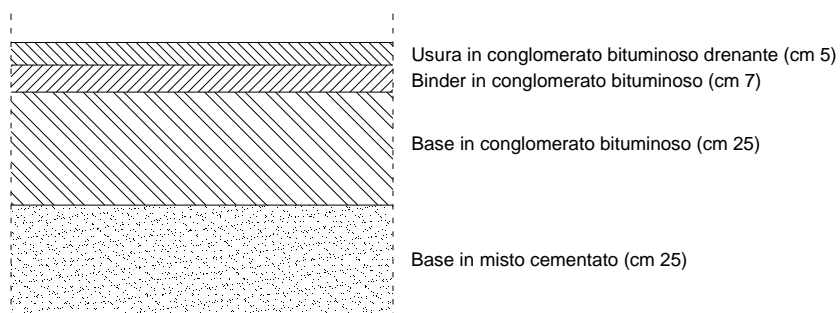


Figura 12: Sistema di drenaggio in galleria

La proposta prevede l'utilizzo di conglomerati bituminosi tiepidi (Warm Mix Asphalt) sia nello strato di usura, sia in quello di collegamento.

Per conseguire gli obiettivi definiti dal protocollo di Kyoto, negli ultimi anni in ambito stradale sono state sviluppate tecnologie e materiali innovativi "ecosostenibili". I conglomerati bituminosi "tiepidi" o "a bassa energia" s'inseriscono in questa ottica in quanto consentono di ridurre le temperature di produzione e di stesa delle tradizionali tecniche a caldo, dando luogo ad un sensibile risparmio energetico e ad un cospicuo abbattimento delle emissioni, senza compromettere la qualità finale, con evidenti vantaggi in termini ambientali e di condizioni di lavoro.

Segue una tabella riepilogativa delle caratteristiche dei conglomerati tiepidi.

Salvaguardia ambientale	<ul style="list-style-type: none"> - fino al 40÷50% di risparmio energetico in produzione, in quanto si utilizzano minori quantità di combustibile; - fino al 40% in meno di emissioni di CO₂, 60% in meno di NO_x; - fino al 50% in meno di emissioni di polveri.
Miglioramento delle condizioni di lavoro	<ul style="list-style-type: none"> - minor pericolo, o addirittura assenza, di ustioni; - riduzione dei fumi emessi.
Organizzazione del cantiere	<ul style="list-style-type: none"> - a parità di temperatura finale, copertura di maggiori distanze di trasporto del materiale proveniente dagli impianti di confezionamento; - riduzione dei tempi di attesa per l'apertura al traffico di tratti di pavimentazione appena messa in opera; - estensione del periodo lavorativo anche nelle stagioni meno calde.
Prestazioni dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> - minor invecchiamento del legante bituminoso, per cui maggior durabilità; - in genere migliori caratteristiche prestazionali.

E' stato anche possibile valutare l'impiego di materiali innovativi nei quali parte dello scheletro solido pregiato della miscela è sostituito da prodotti provenienti dal riciclo di rifiuti civili ed industriali. Uno dei più diffusi è il conglomerato bituminoso con granulato di gomma proveniente dal riciclaggio dei pneumatici dismessi. Quest'ultimo deriva soprattutto dai pneumatici dei veicoli pesanti ed è prodotto per triturazione della gomma fino a raggiungere la granulometria desiderata.

Diventa quindi possibile realizzare conglomerati simili a quelli tradizionali, dal punto di vista meccanico, ottenendo i seguenti vantaggi:

- aumento delle capacità di assorbimento delle vibrazioni provocate dalle irregolarità superficiali in prossimità della sorgente, con conseguente aumento dell'efficacia dell'intervento;
- salvaguardia ambientale.

Nel corso della redazione del progetto definitivo verrà anche valutata l'opportunità dell'utilizzo di questa tecnica in accordo con il Committente ed in funzione di un calcolo specifico.

5.6 SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

5.6.1 Sistema di drenaggio

In questo capitolo vengono brevemente descritti i diversi sistemi di drenaggio utilizzati nella presente progettazione.

5.6.1.1 Drenaggio in galleria

Per quanto riguarda le gallerie il drenaggio è realizzato tramite un canale a fessura tipo bocca di lupo posato sotto il profilo ridirettivo, in grado di raccogliere la portata e convogliarla all'interno di pozzetti sifonati d'intercettazione in calcestruzzo polimerico. Tra questi pozzetti è stata progettata una tubazione $\Phi 400$ mm in gres che consente di portare le acque di piattaforma e di pulizia all'esterno della galleria. Le tubazioni sono ispezionabili in corrispondenza dei pozzetti sifonati rompitratta.

La conformazione del sistema è costituita da pozzetti sifonati posti ad interasse di 25 m lungo le condotte di raccolta e convogliamento. Il sistema è stato studiato per permettere lo spegnimento delle eventuali fiamme del liquido in entrata, in modo da evitare il propagarsi dell'incendio anche a settori attigui delle gallerie.

I liquidi normalmente raccolti sono convogliati in una vasca d'ideale capacità posta in prossimità degli imbocchi delle gallerie, opportunamente disoleati essi sono immessi nella rete scolante superficiale o in caso di elevato volume (onda nera) dovuto a sversamenti accidentali, trattenuto, in vista di un loro successivo e corretto smaltimento a mezzo di autocisterna ogni qualvolta si renda necessario.

5.6.1.2 Drenaggio da viadotto

Per quanto riguarda i viadotti, le acque meteoriche sono captate da appositi bocchettoni dotati di griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 C250 che scaricano direttamente nelle tubazioni sottostanti poste sul ciglio interno od esterno rispettivamente in curva o in rettilineo con interasse di 15 m. Le tubazioni correnti, in acciaio inox, sono agganciate alla struttura dell'impalcato.

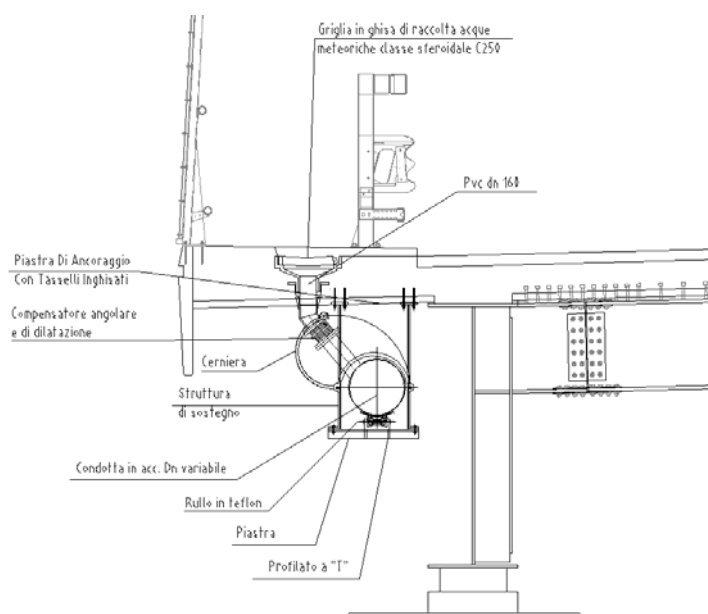


Figura 13: Sistema di drenaggio su viadotto

Poiché le condotte sono esposte agli sbalzi termici, il montaggio deve essere eseguito tenendo conto delle dilatazioni proprie e di quelle della struttura alla quale sono ancorati. Si dovranno perciò prevedere opportuni manicotti che consentono la libera dilatazione della condotta.

La tubazione è dimensionata per le sole acque di prima pioggia, mentre l'eccesso scarica in corrispondenza delle pile in appositi bacini di laminazione, dove possibile, o direttamente nel corpo idrico ricettore. Nell'impossibilità di scaricare lungo le pile la tubazione agganciata al viadotto è dimensionata in modo di raccogliere tutta la portata meteorica.

5.6.1.3 Drenaggio in rilevato

Nei tratti in cui la viabilità si sviluppa in rilevato il sistema di drenaggio prevede l'utilizzo di una tubazione in PEAD di piccolo diametro (DN variabile tra 300-400 mm) che scorre sotto il pacchetto stradale e convoglia l'acqua di prima pioggia all'impianto di trattamento. Il sistema di raccolta dell'acqua di prima pioggia è costituito da una cunetta prefabbricata a lato carreggiata continua, da caditoie con griglia in ghisa sferoidale classe C250 complete di pozzetto sifonato in PE poste ad interasse di 15 m. Questo sistema (caditoia+pozzetto+tubazione) è dimensionato in modo da riempirsi con la portata definita di prima pioggia, così facendo, la portata meteorica successiva (di seconda pioggia) defluisce nell'embrice e viene scaricata nel fosso di guardia al piede del rilevato.

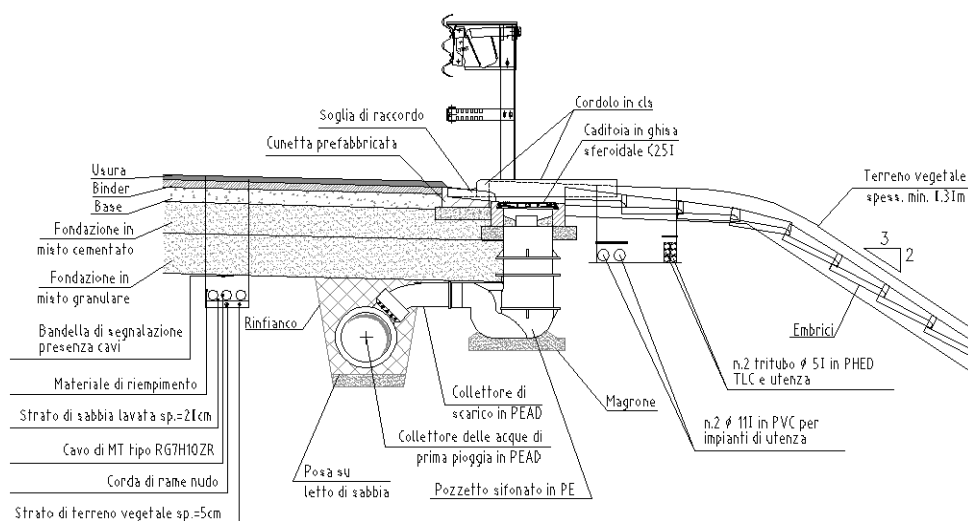


Figura 14: Sistema di drenaggio in rilevato in corrispondenza del pozzetto

L'ispezione sarà realizzata in corrispondenza della corsia d'emergenza con pozzetti dotati di chiusini in ghisa classe D400 ogni 50 m, tali chiusini in ghisa carrabile saranno al livello dello strato d'usura e lasciati scoperti come si può notare nella sezione tipologica riportata in seguito.

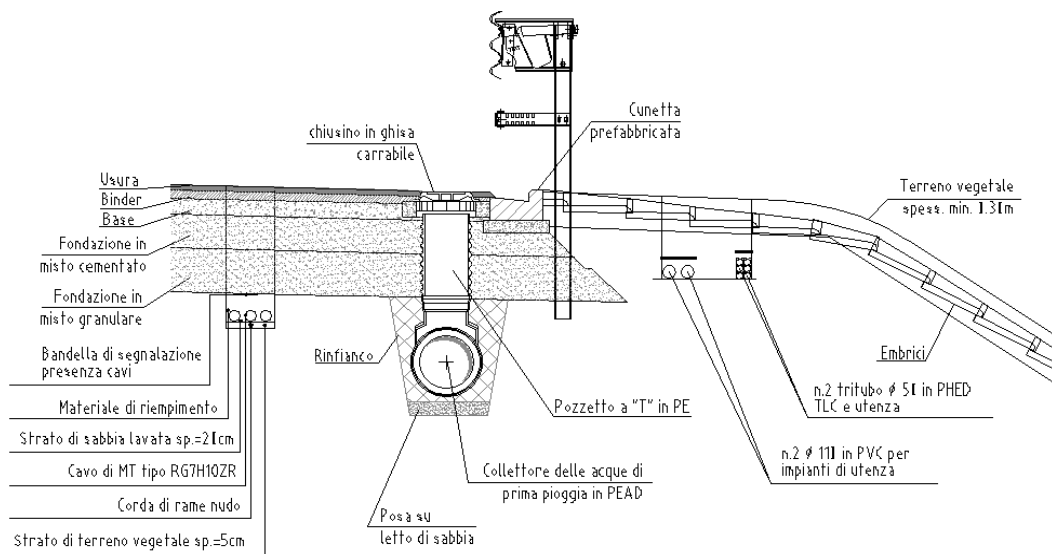


Figura 15: Sistema di drenaggio in rilevato

5.6.1.4 Drenaggio in trincea

Per i tratti di viabilità in trincea il sistema di raccolta dalla piattaforma stradale è molto simile a quello descritto in precedenza; infatti, il sistema prevede una cunetta prefabbricata interrotta, con passo 15 m, per consentire alla portata di defluire all'interno di una caditoia munita di griglia in ghisa sferoidale C250.

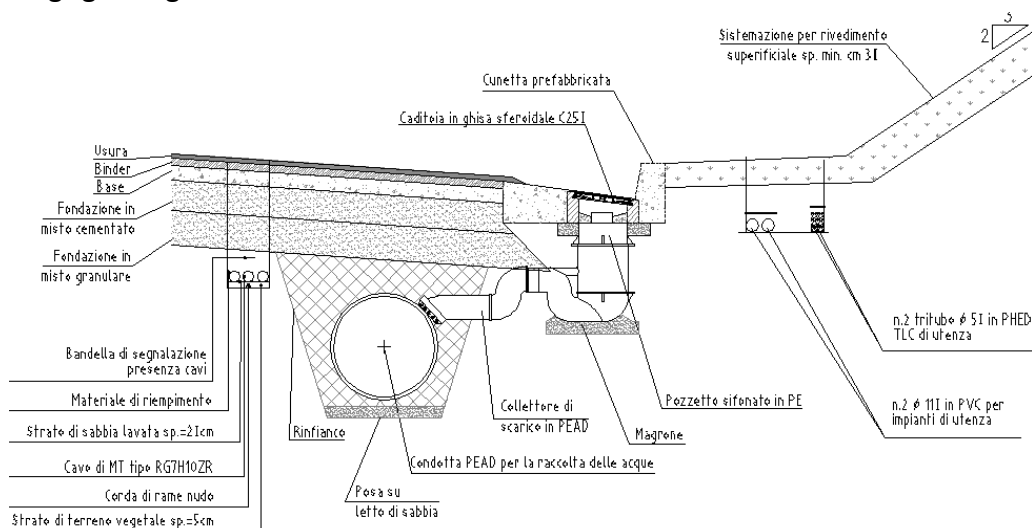


Figura 16: Sistema di drenaggio in trincea in corrispondenza del pozzetto sifonato

La portata così captata dalla caditoia viene immessa, per mezzo di un pozzetto sifonato, in una tubazione in PEAD di diametro maggiore al precedente (DN 600-1200 mm) che scorre sotto la piattaforma stradale e in grado di smaltire tutto l'evento meteorico.

Il sistema intercetta e smaltisce anche le portate provenienti dalla scarpata della trincea.

5.6.2 *Ciclo di trattamento acque meteoriche*

I cicli di trattamento sono costituiti da un primo accumulo delle acque di prima pioggia in vasche chiuse poste in piazzole idrauliche ad intervalli medi di 800 m. Le acque vengono poi coltate agli impianti di trattamento veri e propri che hanno, la dove è necessario, un impianto di sollevamento iniziale che consente alla portata meteorica da trattare di accedere alla successiva disabbatura e disoleazione. Al termine di questa prima fase comune a tutti gli impianti si possono trovare due differenti trattamenti. Per la maggior parte degli impianti, ossia quelli che scaricano direttamente nel reticolo idrico superficiale, vi è un filtro a carboni attivi che consente un efficace abbattimento dei metalli pesanti; per i restanti casi in cui invece gli impianti sono impossibilitati a scaricare in un recettore, si trova un bacino di fitodepurazione suddiviso a sua volta in un bacino a "lemna" e in uno a "canneto".

In corrispondenza delle piazzole poste mediamente ogni 800 m nei tratti all'aperto ed all'uscita delle gallerie sono previste vasche di accumulo degli sversamenti accidentali realizzate in c.a. prefabbricate. Avranno un volume utile complessivo pari a 40 m³. Saranno mantenute vuote durante il funzionamento normale dell'impianto e si potranno riempire solo durante il verificarsi dello sversamento.

Al verificarsi di uno sversamento accidentale entrerà in funzione una paratoia elettromeccanica normalmente chiusa in testa alla vasca che aprendosi permetterà che lo sversamento sia convogliato all'interno della stessa.

Lo sversamento sarà segnalato con l'utilizzo di un pozzetto posto in testa all'impianto di trattamento, dove al suo interno saranno alloggiate tre tipologie di sonde rilevatrici di inquinanti:

- misuratore di pH;
- misuratore di potenziale redox;
- cella di misura di conducibilità.

La natura dello sversamento accidentale può essere molteplice, con caratteristiche chimiche, fisiche ed organiche totalmente disomogenee. Questa grande casistica fa sì che non sia possibile con un'unica tipologia di sonda rilevatrice definire in modo soddisfacente le caratteristiche del liquido in ingresso, da qui nasce la necessità di prevedere almeno tre tipologie.

5.6.2.1 Eventuale sollevamento iniziale

In testa all'impianto è prevista la costruzione di un impianto di rilancio in grado di sollevare le acque da trattare ad una quota idonea a consentire il successivo deflusso a gravità lungo le diverse sezioni di trattamento.

Il recapito della condotta di mandata dell'impianto di sollevamento iniziale è costituito dal dissabbiatore/disoleatore; ciò consente di realizzare il medesimo manufatto in gran parte fuori terra, evitando così anche i problemi di stabilità di quest'ultimo, legati alle sottospinte della falda freatica presente che, come risulta dalle indagini geologiche effettuate, si pone ad una quota di ~ 1,50 – 2,00 m dal p.c.

L'impianto è equipaggiato da n° 1+1 elettropompe centrifughe sommergibili (una in esercizio ed una di riserva), con funzionamento alternato e con sequenze di avvio/arresto comandate da interruttori a galleggiante.

5.6.2.2 Dissabbiatura e disoleatura

Il trattamento di dissabbiatura e disoleatura è stato dimensionato in maniera tale da garantire un'efficace separazione tra sabbie, che devono sedimentare, e sostanze grasse che devono invece flottare per essere separate attraverso un dispositivo raschiatore di superficie. Il manufatto è previsto in calcestruzzo armato, realizzato in opera, a sezione rettangolare, con una zona centrale di aerata ed una zona laterale di calma. L'impianto dovrà essere realizzato in elementi prefabbricati con calcestruzzo auto compattante qualità minima C50/60 B6 XA2T resistente alle sostanze chimiche senza fabbisogno di trattamenti tipo resina epossidica o altro. Il calcestruzzo dovrà inoltre essere ad altissima resistenza ai solfati per resistere alle acque aggressive e ad alto contenuto salino.

5.6.2.3 Trattamenti successivi

SENZA FITODEPURAZIONE E LAGUNAGGIO

Filtro a carboni attivi

L'acqua dopo aver subito i processi per l'abbattimento dei solidi sedimentabili e dei solidi sospesi, qualora non vi sia la possibilità per motivi di spazi di realizzare il trattamento di fitodepurazione e lagunaggio, è diretta nel settore di filtrazione per il trattamento completo; l'acqua passa attraverso i filtri e viene raccolta nelle tubazioni in uscita.

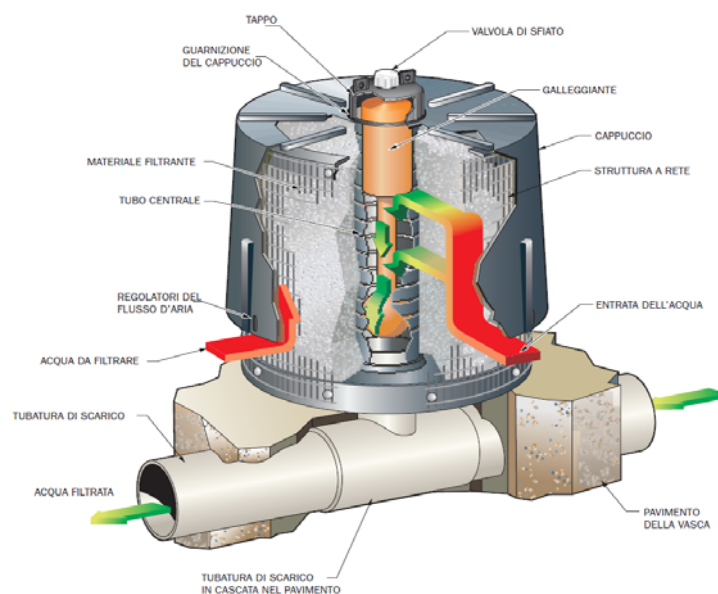


Figura 17: Schema del filtro a carboni attivi

Durante l'evento di pioggia l'acqua viene filtrata radialmente attraverso la cartuccia e ne riempie il tubo centrale dove è posto il galleggiante di chiusura dello scarico; all'aumentare del livello d'acqua l'aria contenuta nel filtro viene man mano espulsa attraverso un'apposita valvola presente sulla sommità della cartuccia. Quando il tubo centrale è riempito il galleggiante si porta in posizione di apertura permettendo all'acqua trattata di essere scaricata dal fondo della cartuccia nel sistema di raccolta. L'uscita dell'acqua filtrata fa sì che l'aria entri nella cartuccia, quindi la valvola si chiude e inizia un effetto sifone che trascina via l'acqua inquinata dall'intera superficie e volume del filtro. In tal modo è l'intera cartuccia che filtra l'acqua durante l'evento meteorico, a prescindere dal livello dell'acqua presente nel comparto di filtraggio. Questo processo continua fin che il livello dell'acqua scende al di sotto dei regolatori di sfiato, quindi l'effetto sifone cessa e l'aria viene velocemente sospinta tra la parte interna dell'involucro della cartuccia e la parte esterna del filtro. Ciò crea una forte turbolenza tra le due superfici, con il conseguente rilascio dei sedimenti accumulati che vanno a depositarsi sul fondo dell'alloggiamento.

Vengono in seguito riportate le percentuali di abbattimento dei principali inquinanti che mostrano l'efficienza dei filtri.

	Range abbattimento
COD	87.5%
BOD	75.9%
Azoto totale	37.3%
Fosforo totale	57.1%
Solidi Sospesi	96.8%
Idrocarburi totali	84.4%
Ferro	94.3%
Zinco	85.3%
Piombo	64.3%

Tabella 18: Percentuali di abbattimento degli inquinanti

FITODEPURAZIONE E LAGUNAGGIO

Bacino "Lemna"

La sezione a "Lemna" è costituita da un bacino della profondità di ~ 2,00 m e circondata da un piccolo rilevato in argilla / argilla-limosa compattata, sporgente di ~ 1,00 m ed immerso per ~ 0,50÷1,00 m al di sotto del fondo del bacino. La funzione è quella di interrompere qualsiasi comunicazione sui piani orizzontali con le falde freatiche superficiali presenti o con lenti di sabbia che potrebbero caricarsi d'acqua in occasione di forti e perduranti precipitazioni.

Le pareti del bacino, per consentire il mantenimento di valori di scarpa relativamente elevati (superiori ad 1:1), sono realizzate con il procedimento di "terra armata", con interposizione di una geogriglia di rinforzo. Non si è ritenuto invece necessario ricorrere all'impiego di membrane impermeabili, saldate, in materiale plastico, quali quelle normalmente messe in opera per il fondo delle discariche, in quanto è ormai assodato e pacifico che il fondo di un bacino "Lemna" si impermeabilizza naturalmente dopo breve tempo di attività.

La cella è dimensionata in modo da garantire l'abbattimento della gran parte degli inquinanti (nutrienti e tossici).

Il bacino Lemna si presenta come uno specchio d'acqua di forma allungata, fittamente ricoperto di "lenticchia d'acqua» (la *Lemna*). Lo strato vegetale superficiale è talmente fitto e denso che l'acqua non si vede. La profondità media adottata è di ~ 2,00 m; l'acqua transita nel bacino molto lentamente e le perdite di carico tra l'ingresso e l'uscita sono generalmente modestissime.

A completamente del ciclo utile, la lemna sedimenta nel fondo ove fermenta e rilascia i nutrienti inorganici (in particolare azoto e fosforo) che aveva assorbito in fase di crescita, ma anche la sostanza organica che aveva sintetizzato (sintesi clorofilliana). Vengono lasciati anche i metalli essenziali e, in particolare, zolfo in condizioni ridotte (l'ambiente del fondo è anaerobico), che facilmente reagisce coi metalli in soluzione per dare luogo a solfuri insolubili che si depositano nel fondo attribuendogli un caratteristico colore nerastro. Anche la frazione del materiale organico depositato che subisce umificazione partecipa alla cattura ed al sequestro dei metalli in soluzione, con processi fisici (adsorbimento) e chimici (formazione di complessi e chelati insolubili molto stabili).

Ai fini della depurazione, la lemna svolge una molteplicità di ruoli:

- *è un "produttore primario" di sostanza organica necessaria a sostenere (dopo fermentazione) i processi biologici di denitrificazione;*
- *è un utilizzatore (quindi consumatore) di nutrienti, in particolare azoto e fosforo, che possono essere rimossi raccogliendo ed allontanando periodicamente la lemna;*
- *ossigena, tramite l'apparato radicale, lo strato più superficiale dell'acqua, favorendo così sia la bio-ossidazione che la bio-nitrificazione dei composti inquinanti;*
- *consente la formazione di uno strato anossico tra gli strati anaerobici più profondi e lo strato ossico superficiale, atto a favorire la bio-denitrificazione dei nitrati e dei nitriti eventualmente presenti. La biodenitrificazione è anche favorita dal fatto che le sostanze organiche in soluzione che diffondono dal fondo (ove si creano per fermentazione) incontrano lo strato anossico prima di quello ossico (in superficie), così che la competizione nei confronti del substrato organico tra bio-denitrificazione e bio-ossidazione non ha modo di svilupparsi nello strato anossico (similitudine con i trattamenti terziari di depurazione con predenitrificazione);*
- *Impedisce il passaggio della luce solare al di sotto della superficie dell'acqua, quindi si oppone alla crescita di alghe che potrebbero intasare i successivi stadi di subinfiltrazione.*

Altri fattori importanti dovuti alla colonizzazione superficiale con la lemna sono:

- *l'impermeabilizzazione del fondo e delle pareti del bacino, da parte del materiale organico sedimentato ed umificato;*
- *l'opposizione alla sopravvivenza delle larve di zanzare, in seguito a completo e fitto ricoprimento della superficie dell'acqua;*
- *la capacità di ridurre (rispetto al caso di superficie libera) la temperatura dell'acqua nei periodi più caldi, quando un eccessivo riscaldamento può accelerare i fenomeni di fermentazione nel fondo fino a provocare la liberazione di solfuri in quantità tale da superare la capacità di ossidazione dello strato superficiale. Il conseguente fenomeno di emissione di odori nauseabondi può essere contrastato provvedendo ad una periodica raccolta della lemna, finalizzata a regolare il flusso di materiale putrescibile verso il fondo.*

L'elevata profondità dei bacini Lemna consente inoltre di avere elevati tempi di permanenza dell'acqua in fitodepurazione, consentendo in particolare un forte abbattimento dei SS presenti.

Bacino di sub-infiltrazione a flusso orizzontale

La seconda cella del trattamento di fitodepurazione (bacino a sub-infiltrazione – “canneto”) viene circondata da un arginello in argilla compattata simile a quella indicata per il bacino a Lemna e con funzioni e ruoli analoghi.

Il fondo del bacino a flusso sub-superficiale è leggermente degradante verso il centro e si trova ad una quota compresa tra 0,80 m e 1,20 m dalla sommità del rilevato arginale perimetrale. La superficie occupata è suddivisa in due parti, una prima, collegata direttamente con il bacino Lemna attraverso il filtro a ghiaia con profondità media di 0,80 m c. ed una seconda con profondità di poco inferiore e mediamente pari a 0,60 m., quest'ultima è collegata attraverso uno sfioro di troppo pieno con il fosso di guardia del rilevato autostradale.

Sull'intera superficie è steso uno strato di ghiaia lavata omogenea, sottesa da uno strato di 10- 15 cm di sabbia fine (eventualmente recuperata in situ in seguito all'esecuzione degli scavi), per uno spessore complessivo finale di 0,80 m o 0,60 m.

Durante lo scorticamento del terreno, necessario per preparare il letto di ghiaia, si avrà modo di verificare l'assenza di eventuali lenti di sabbia e di intervenire di conseguenza, rimuovendo la sabbia e sigillando il fondo con argilla compattata, così da garantire continuità spaziale di uno strato impermeabile argilloso.

La ghiaia nello stadio a sub-infiltrazione a scorrimento orizzontale viene conservata costantemente sommersa, quindi l'argilla del fondo è sempre espansa e bagnata, il che evita la formazione di crepe che potrebbero consentire percolamenti verso le falde superficiali. L'acqua che alimenta il bacino di sub-infiltrazione è comunque già in uno stato migliore di quello riscontrato nella falda freatica eventualmente presente.

Lo stadio di sub-infiltrazione è dimensionato per avere un bilancio tra l'acqua in ingresso e quella che persa per evapotraspirazione, per cui non si dovrebbe verificare lo scarico di acqua depurata in uscita dal bacino; tuttavia, considerato che, soprattutto durante la stagione invernale, le cinetiche biochimiche risultano notevolmente rallentate, è previsto che, in corrispondenza del punto idraulicamente più lontano dalla sezione di alimentazione del bacino, sia disposta una condotta di "troppo pieno" in grado di far affluire al fosso di guardia l'acqua eventualmente in eccesso.

Considerata una porosità media del mezzo poroso saturo (ghiaia mista a sabbia) del 35 % ca. ed una conducibilità idraulica di 5.000 m/giorno, nota la sezione trasversale del bacino, è stato possibile calcolare il gradiente idraulico medio attraverso la relazione:

$$S = \frac{Q}{(K \times AT)}$$

dove: Q = portata trattata;
AT = area (trasversale) attraversata dal flusso idraulico;
K = conducibilità idraulica.

6 OPERE D'ARTE MAGGIORI

6.1 GALLERIE NATURALI

6.1.1 Generalità

Il progetto delle gallerie naturali è stato redatto a seguito di un attento studio funzione di diversi parametri che definiscono gli interventi per ogni singola galleria:

- la sicurezza del collegamento,
- i parametri trasportistici,
- l'ambiente,
- la caratterizzazione geotecnica.

Si è quindi condotta una progettazione integrata tramite un processo iterativo che ottimizza gli interventi sia in termini di opere civili sia in termini di dotazioni impiantistiche.

Lungo il tracciato di progetto vi sono otto gallerie naturali di lunghezza compresa tra i 700 m circa ed i 15.000 m, tutte monodirezionali a doppia canna, contenenti una carreggiata di dimensioni e caratteristiche analoghe a quella all'aperto come previsto dalla vigente normativa.

Dagli studi condotti si è ritenuto opportuno differenziare la metodologia di scavo, per la più lunga (galleria di Valico) si prevede lo scavo meccanizzato, per le altre lo scavo tradizionale.

Di seguito si riporta la descrizione degli interventi e della metodologia di scavo, per la trattazione di dettaglio si rimanda alla relazione dedicata.

6.1.2 Caratteristiche geometriche

Tutte le gallerie sono monodirezionali e per la definizione della geometria della sezione ci si è avvalsi di quanto previsto dalle "Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo la normativa vigente" emesse da ANAS nel 2009 che, in base alla categoria della strada, definiscono le sagome d'intradosso da adottare sia nel caso di scavo con metodologia tradizionale sia con scavo meccanizzato.

Trattandosi nel progetto in oggetto di una strada di categoria "A" – Autostrade in ambito extraurbano, nel caso di scavo in tradizionale, con sezione policentrica, è previsto un raggio di pari a 6,55 m, mentre nel caso di scavo meccanizzato, con sezione perfettamente circolare, il raggio di intradosso è pari a 6,50 m.

In entrambi i casi, la sezione così ottenuta è in grado di contenere una carreggiata con le stesse caratteristiche di quella all'esterno (larghezza complessiva di 11,25 m, comprendenti due corsie di marcia da 3,75 m ciascuna, la corsia di emergenza da 3,00 m e la banchina laterale in sinistra da 0,75 m). La carreggiata è delimitata, come previsto dalla vigente normativa, da profili ridirettivi tipo New Jersey prefabbricati o gettati in opera a ridosso dei piedritti della galleria stessa.

6.1.3 By pass e nicchie

Il progetto prevede, in accordo con quanto previsto dal D.M. del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e dalle Linee Guida ANAS sopra citate, che ne definiscono anche le sagome di intradosso, la presenza di by pass pedonali e carrabili tra le due canne in modo da garantire la sicurezza degli utenti in caso di emergenza. In particolare i by-pass pedonali sono ubicati con interasse pari a 300 m, mentre quelli carrabili con interasse di 900 m. Questi ultimi generalmente sono divisi in due parti, come previsto dalle Linee Guida ANAS, in modo da ospitare su un lato il varco carrabile e su quello

opposto il cunicolo pedonale, debitamente separati da un setto in c.a.. Si riporta di seguito la sezione tipo del by-pass carrabile.

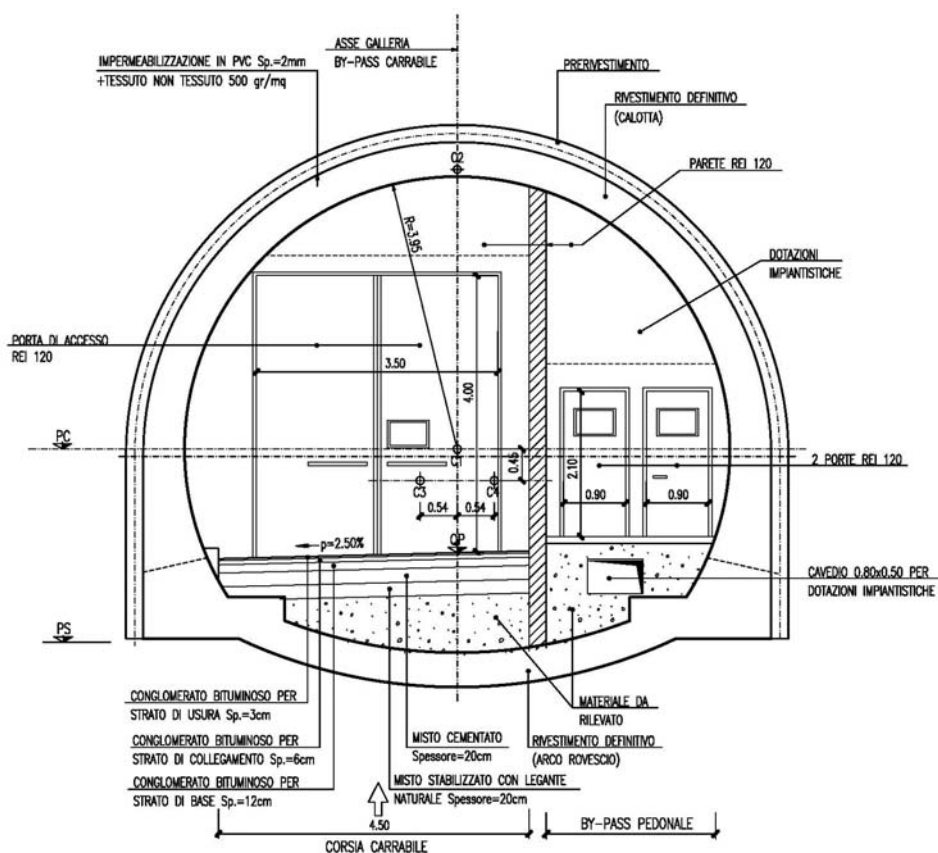


Figura 18: Sezione in corrispondenza dei by-pass

Un discorso a parte merita la galleria Valico. Trattandosi, infatti, di un'opera particolare soprattutto in relazione alla notevole lunghezza, è stata condotta un'analisi di rischio quantitativa con metodo IRAM, con modelli semplificati commisurati al livello progettuale preliminare, al fine di verificare l'efficacia delle misure di sicurezza.

I risultati dell'analisi di rischio hanno evidenziato che le dotazioni previste per la galleria di Valico non sono sufficienti a garantire gli obiettivi di sicurezza del Decreto 264/06 pertanto sono state introdotte ulteriori misure. La prima misura integrativa analizzata è la riduzione dell'interdistanza tra i by-pass pedonali da 300 m a 250 m, per cui è risultata una significativa riduzione del rischio. Viene così a mancare la corrispondenza, secondo multipli, con i by-pass carrabili che saranno realizzati tuttavia ugualmente con la sezione prima citata, solamente che la parte prima pedonale ora verrà utilizzata a fini impiantistici. Sono presenti ulteriori cinque by-pass per l'ubicazione delle cabine elettriche ed altri quattro ad uso dell'impianto di filtrazione. Al fine di ridurre ulteriormente il livello di rischio in accordo al criterio ALARP è stato previsto un impianto di spegnimento automatico mediante monitori telecomandati distribuiti in galleria che sfruttano l'impianto idrico antincendio.

Per quanto riguarda le nicchie, queste sono previste ogni 150 m sul lato destro della galleria; solamente in corrispondenza della galleria Valico non sono previste, in quanto, essendo progettata con metodologia di scavo meccanizzato e presentando quindi un rivestimento a conci prefabbricati, la loro esecuzione avrebbe comportato la demolizione sistematica di parte dei conci, con grosse problematiche da un punto di vista esecutivo.

6.1.4 Metodologia di scavo

Il progetto prevede, come detto, la realizzazione di otto gallerie: di queste le prime sette provenendo da sud saranno realizzate con la metodologia di scavo tradizionale, mentre l'ultima, la galleria Valico, sarà realizzata con lo scavo meccanizzato.

La scelta di realizzare le prime sette gallerie in tradizionale è legata a diversi fattori. Innanzitutto la lunghezza: infatti, a parte la galleria S. Pietro lunga circa 3500 m, tutte le altre presentano lunghezze massime attorno ai 2000 m. Non si reputa quindi conveniente, sia da un punto di vista economico sia temporale, l'utilizzo di macchine fresanti, infatti, risulta più competitivo cantierare le più corte con due fronti e le più lunghe con quattro fronti. Inoltre spesso tali gallerie, pur interessando per gran parte del loro tracciato la dolomia, presentano importanti tratti agli imbocchi caratterizzati dalla presenza di detrito che non sono compatibili con una macchina da roccia e che dovrebbero essere scavati in tradizionale o consolidati per consentire il funzionamento della macchina.

Vi sono poi diverse problematiche legate alla cantierizzazione: da una parte spesso gli imbocchi sono ubicati in zone anguste con spazi antistanti molto ristretti e di difficile accessibilità che non sono compatibili con le esigenze delle frese che necessitano di ampi piazzali, non solo per il lancio ma anche per garantire un'efficace funzionalità (per esempio per lo stoccaggio dei conci). Dall'altra parte portare questa tipologia di macchine attraverso la Valdastico sarebbe particolarmente problematico.

L'ultimo fattore da considerare, ma non per questo meno importante dei precedenti, è quello economico: per realizzare la galleria Valico con lo scavo meccanizzato in tempi ragionevoli, è necessario disporre di due frese da utilizzare sulle due canne in parallelo, e questo implica un investimento iniziale particolarmente oneroso che diventerebbe particolarmente problematico qualora si richiedesse la presenza di una terza TBM per lo scavo delle altre gallerie.

Con riferimento ai profili geologici e geomeccanici di progetto la prima parte del tracciato, da Piovene Rochette a Velo d'Astico, ricade in depositi fluvioglaciali ed alluvionali prevalentemente ghiaioso sabbiosi, o più limitatamente detritici. In questi materiali sono

previste le gallerie S. Agata e Velo d'Astico.

Da Velo d'Astico fino a Lastebasse le gallerie naturali Cogollo, Costa del Prà, Forte Corbin, Pedescala, San Pietro e Pedemonte verranno scavate nella Dolomia Principale, con locale interessamento di coltri detritiche in corrispondenza degli imbocchi e delle tratte a modesta copertura.

Da Lastebasse alla Val d'Adige la galleria di Valico per circa metà dello sviluppo interessa ancora la Dolomia Principale. Nel settore centrale, in corrispondenza dei settori a maggiori copertura, le indagini eseguite dimostrano la presenza della sequenza stratigrafica permio – triassica compresa fra il Gruppo di Raibl e le arenarie di Val Gardena; litologicamente si tratta di dolomie, calcari, calcari marnosi, peliti ed arenarie.

Per quanto riguarda le sette gallerie in tradizionale, la tipologia proposta per l'avanzamento dello scavo è quella secondo il metodo ADECO-RS che prevede lo scavo delle gallerie a piena sezione; a parte la galleria S. Agata interessata interamente da depositi fluvioglaciali e glaciali, che necessitano di una presenza costante della sezione tipo C1, tutte le altre, avendo come comun denominatore la presenza della dolomia nel corpo centrale della galleria e di detrito di estensione variabile agli imbocchi vengono scavate con le sezioni tipo Ab, Ac, B0, B0V e B2V, con le zone di detrito attraversate con le sezioni C1 e C1*.

Infatti, laddove l'ammasso roccioso interessato dallo scavo presenta un comportamento di tipo A, "fronte stabile", lo scavo è seguito, nel caso in cui la litologia e la giacitura favorevole degli strati lo consenta, dalla messa in opera di una bullonatura radiale sistematica e di uno strato di spritz beton (Sezione tipo Ab) o da una centina metallica doppia leggera con spritz beton (Sezione tipo Ac), o da una centina metallica doppia più pesante con spritz beton (Sezione tipo B0).

Nelle tratte in cui l'ammasso presenta un comportamento tipo B, "fronte stabile a breve termine", qualora i soli interventi di contenimento del cavo non risultassero sufficienti si potrà prevedere: la realizzazione di interventi di presostegno del fronte di scavo mediante la messa in opera di una coronella di tubi al contorno (Sezione Tipo B0V e B2V) e la realizzazione di un intervento di consolidamento in avanzamento del fronte di scavo costituito da elementi strutturali in VTR volti a contrastare l'evoluzione dei fenomeni deformativi in presenza di materiali alterati nelle zone di faglia (Sezione tipo B2V).

Dove lo scavo interessa materiali a comportamento di tipo C - "fronte instabile", i trattamenti di preconsolidamento del fronte di scavo vengono integrati con il consolidamento in avanzamento del contorno del cavo e del fronte con colonne in jet grouting (Sezioni tipo C1 e C1*).

Nella tabella seguente si riporta il campo di applicazione di ciascuna sezione tipo in funzione del contesto stratigrafico e geotecnico.

Sezione tipo	Tratte di applicazione
Ab	Sezione tipo prevista in corrispondenza delle formazioni a componente calcarea o dolomitica. Tipicamente Dolomia Principale con assetto strutturale massivo ed basso grado di fratturazione.
Ac	Sezione tipo prevista in corrispondenza delle formazione della Dolomia Principale con assetto massivo o stratificato prevalente, ed un medio grado di fratturazione.
B0	Sezione tipo prevista in corrispondenza delle formazioni a componente calcarea o dolomitica prevalente (tipicamente Dolomia) con assetto stratificato o massivo e grado di fratturazione medio-elevato (in particolare nelle zone di imbocco e/o zone di faglia minori).
B0V	Sezione tipo prevista in corrispondenza di zone di faglia, zone di bassa copertura e contatti tettonici prevalentemente associabili alla Dolomia Principale.
B2V	Sezione tipo prevista in corrispondenza di zone di faglia, zone di bassa copertura e contatti tettonici prevalentemente associabili alla Dolomia Principale..
C1	Sezione tipo prevista in corrispondenza di materiale sciolto prevalentemente granulare che necessita di un intervento di preconsolidamento.
C1*	Sezione tipo prevista in corrispondenza di una sezione costituita parte da materiale sciolto e parte da roccia.

Di seguito si riporta una breve descrizione di ciascuna delle principali sezioni tipo.

Sezione tipo Ab

E' caratterizzata da un consolidamento al contorno realizzato con chiodature radiali in acciaio ad aderenza continua tipo Swellex lunghe 6 m e da uno strato di spritz beton fibrorinforzato da 0,20 m.

Sezione tipo Ac

E' caratterizzata da un prerivestimento costituito da 2 centine accoppiate IPN160 e da uno strato di spritz beton fibrorinforzato da 0,20 m. L'interasse delle centine è compreso tra 1,2 e 1,4 m.

Sezione tipo B0

E' analoga alla precedente con la sola differenza che viene potenziato il prerivestimento tramite l'adozione di 2 centine accoppiate IPN180 con interasse di 1,0-1,2 m e con uno strato di spritz beton fibrorinforzato da 0,25 m.

Sezione tipo B0V

E' caratterizzata da un consolidamento del contorno di scavo con infilaggi metallici su di un angolo in calotta di 150°; sono lunghi 13 m con 4 m di sovrapposizione. Si revede poi la messa in opera di un prerivestimento costituito da 2 centine accoppiate IPN180 con interasse 1,0 m e da uno strato di spritz beton da 0,25 m.

Sezione tipo B2V

E' analoga alla precedente con la sola differenza che ora viene introdotto anche un consolidamento del fronte di scavo con elementi strutturali in VTR lunghi 15 m e con sovrapposizione di 6m, in modo da mantenere immutata la lunghezza del campo che è pari a 9 m.

Sezione tipo C1

E' la sezione più pesante prevista e prevede un consolidamento del contorno di scavo con una coronella in jet grouting, armata nella parte di calotta con tubi metallici, che presenta una lunghezza di 13 m con sovrapposizione di 4 m. E' presente poi anche un consolidamento del contorno di scavo, sempre con colonne in jet grouting, armate però con elementi in VTR. Con lunghezza di 15 m, sovrapposizione di 5 m e perforazione a vuoto di 1 m. Con le stesse dimensioni sono previste delle colonne di rinforzo del piede delle centine (eventuali), eseguite ai due lati della sezione. Il prerivestimento è costituito da 2 centine accoppiate IPN220 con interasse 1 m e ds uno strato di spritz beton fibrorinforzato da 0,25 m.

Sezione tipo C1*

E' analoga alla precedente con l'unica differenza che, essendo prevista nelle sezioni "miste" roccia/detrito, i consolidamenti al fronte ed al contorno vengono realizzati solo nella parte al di sopra dell'ammasso roccioso.

6.2 GALLERIE ARTIFICIALI

Lungo il tracciato della A31 nord sono presenti le gallerie artificiali elencate nella tabella seguente:

Progressiva	Opera	Lunghezza
7+150 circa	Galleria Art. Velo	60-140 m
19+400 circa	Galleria Art. Molino	200 m

Per la realizzazione delle due gallerie è stata adottata la tipologia più appropriata alle specifiche esigenze di ciascuna opera.

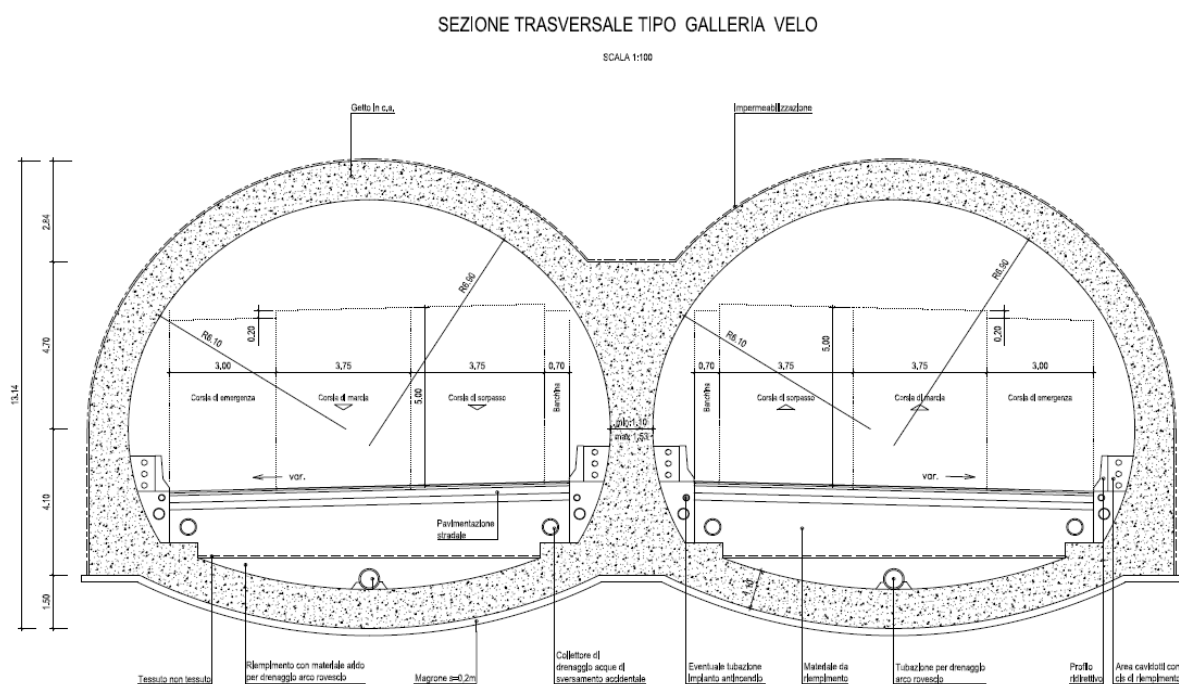
Galleria Velo

La galleria Velo è caratterizzata da un elevato spessore del ritombamento da eseguire a fine lavori per ripristinare il versante originario. Per essa è stata pertanto adottata una sezione di tipo policentrico, in quanto forma più adatta a sopportare, con limitate sollecitazioni flessionali, i forti carichi agenti sulla copertura.

La geometria interna della sezione è quella già prevista per gli imbocchi (in artificiale) delle gallerie naturali, in modo da utilizzare la medesima casseratura.

Data la forte pendenza del versante e l'entità degli scavi provvisionali, necessari per la costruzione della galleria, è previsto il sostegno dello scavo con una paratia tirantata in micropali (a doppio ordine nel tratto centrale di maggiore altezza).

Poiché la galleria presenta un diverso sviluppo lungo le due carreggiate (140 m lato monte, 60 m lato valle), sono previste due diverse sezioni trasversali, a doppia e a singola canna. Le superfici esterne in vista della galleria e della berlinese saranno rivestite in pietra naturale.



Galleria Molino

La galleria Molino interessa la sola carreggiata di monte. Essa ha sezione rettangolare ed è costituita da un manufatto scatolare in c.a. eseguito in opera, con copertura a travi prefabbricate in c.a.p.

Data la forte pendenza del versante e l'entità degli scavi provvisionali necessari per la costruzione della galleria, è previsto il sostegno dello scavo con una paratia tirantata in micropali, che sarà interamente ritombata a fine lavori, ripristinando il versante originario; dati gli elevati spessori necessari, per il rinterro è previsto l'utilizzo di terreno alleggerito.

Le superfici esterne in vista della galleria e della berlinese saranno rivestite in pietra naturale.

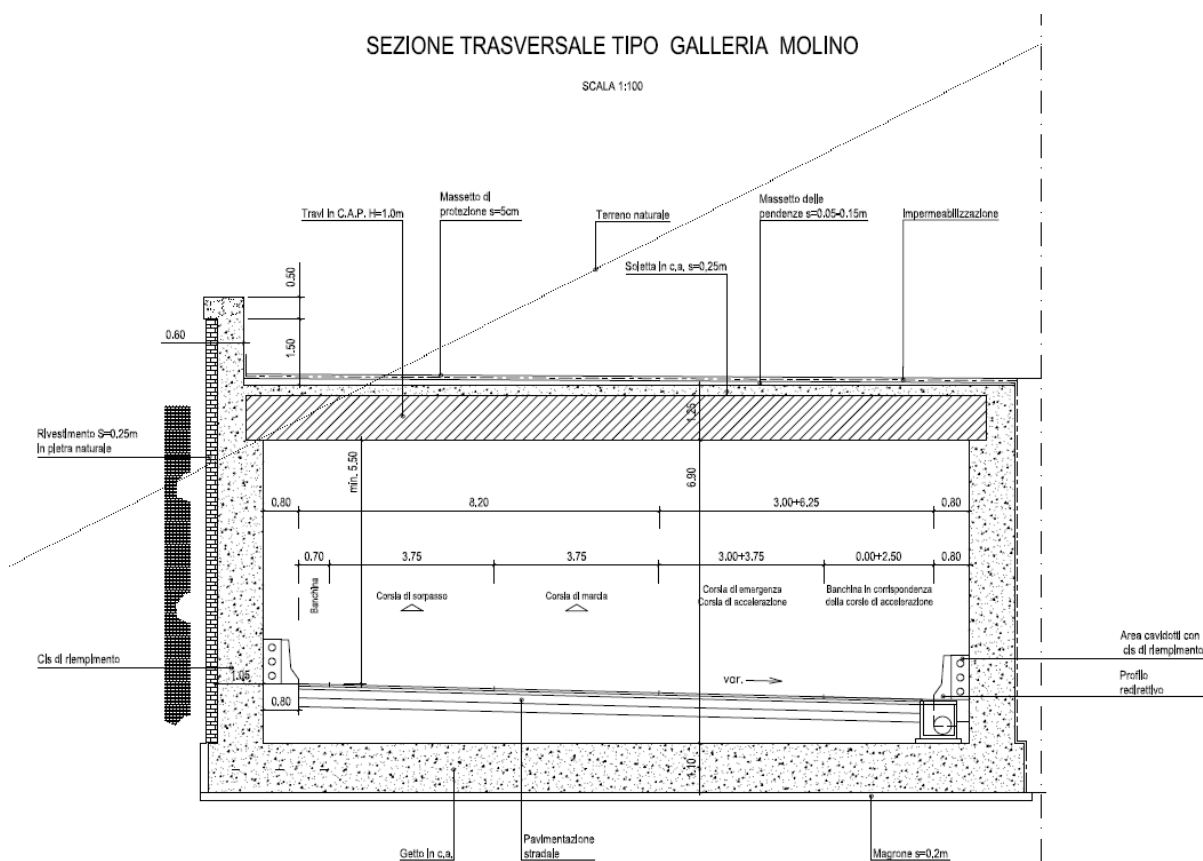


Figura 20: Sezione trasversale galleria Molino

6.3 VIADOTTI E PONTI

6.3.1 Viadotti in struttura mista acciaio - calcestruzzo

Per la realizzazione dei viadotti autostradali è stata adottata una tipologia di impalcato in struttura composta acciaio-calcestruzzo, tipologia che si presta a coprire vantaggiosamente tutte le luci nell'intervallo dai 35-40 m fino agli 80-90 m (con opportuna altezza di impalcato).

Tale soluzione, consentendo ampia libertà e variabilità delle luci, risulta particolarmente flessibile e consente quindi, con un'opportuna scansione delle campate di ciascun viadotto, il superamento dei numerosi vincoli territoriali presenti nell'area di intervento (tipicamente il

torrente Astico e le strade statali e provinciali ad esso limitrofe) adottando un'unica tipologia strutturale. Per ciascun viadotto la scelta della luce tipica è stata commisurata - compatibilmente con il rispetto dei vincoli - alla quota dell'impalcato da piano campagna così evitando, per quanto possibile, l'adozione di impalcato di elevato ingombro a modeste altezze da terra.

Nella trattazione che segue non rientrano le opere singolari (ponte sull'Astico a Piovene e viadotto sull'Adige a Besenello), per le quali si è ritenuto necessario ricorrere ad una progettazione *ad hoc* individuando specifiche soluzioni di particolare valenza architettonica che meglio si adattassero - rispetto ad eventuali soluzioni tipologiche - alle peculiarità di ciascun sito.

Per quanto riguarda la geometria della sezione d'impalcato si prevede la soluzione bitrave a via di corsa *superiore*.

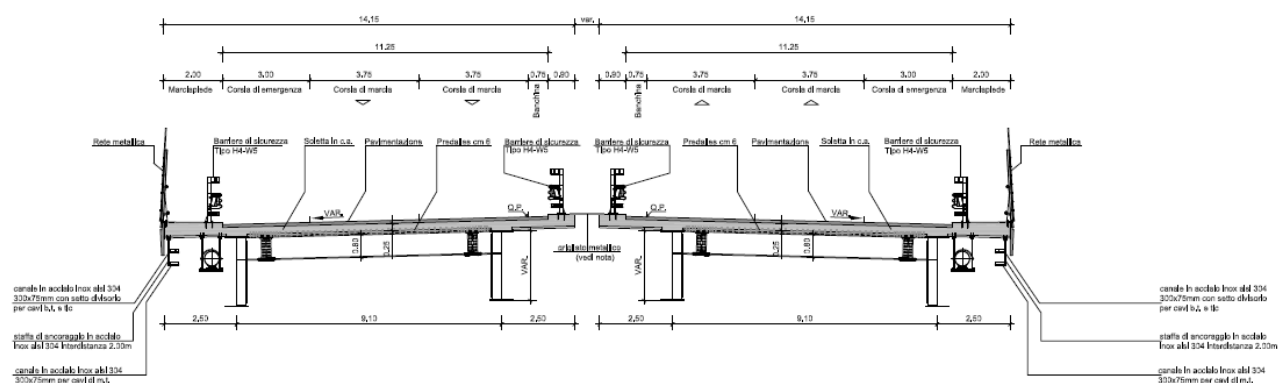


Figura 21: Sezione trasversale viadotto tipo

In particolare, la carpenteria metallica è caratterizzata dalla presenza di due sole travi principali, a doppio T in composizione interamente saldata, poste a interasse variabile in funzione della larghezza dell'impalcato e collegate da traversi ad anima piena uniti alle travi con giunto bullonato. L'impalcato è completato dalla sovrastante soletta collaborante in c.a. realizzata in opera su predalles.

La carpenteria metallica è interamente realizzata in acciaio tipo "Corten" per una migliore integrazione nel paesaggio e a beneficio della durabilità dell'opera.

La scelta della giunzione saldata per le travi principali, con completo ripristino della continuità tra i vari conci di trave, e la particolare cura nei dettagli costruttivi, con assenza di

irrigidimenti longitudinali d'anima sulle facce interne ed esterne delle travi, conferisce all'opera un notevole pregio formale e, allo stesso tempo, facilita la manutenzione delle parti metalliche. Da un punto di vista economico, l'onere della saldatura, da eseguirsi a tergo delle spalle o a piè d'opera, in funzione delle modalità di varo dell'impalcato, è compensato dal risparmio di materiale rispetto al caso di giunzione bullonata.

Al fine di migliorare l'aspetto estetico degli impalcati, una volta realizzata la soletta, tutti i controventi utilizzati per il montaggio della carpenteria e il getto della soletta possono essere smontati. All'intradosso dell'impalcato saranno pertanto visibili solo gli elementi strutturali essenziali (travi e traversi), ottenendo una migliore qualità architettonica dell'intero viadotto.

Grazie alla leggerezza delle travate autoportanti, le sezioni miste con geometria bi-trave consentono la più facile gestione degli aspetti di trasporto a piè d'opera e di conseguente varo, sia dal basso sia a spinta.

Il materiale adottato per la carpenteria metallica (acciaio Cor-ten) garantisce inoltre adeguata durabilità con ridotti standard manutentivi.

Le ridotte masse dell'impalcato permettono infine, rispetto ad una soluzione in c.a.p., di conseguire una maggior efficienza sismica e di realizzare opere di fondazione più contenute.

Le pile sono proposte in calcestruzzo a sezione circolare cava (forma ideale ai fini idraulici in caso di orientamento variabile della corrente), con fusto svasato in sommità per accogliere gli appoggi dell'impalcato.

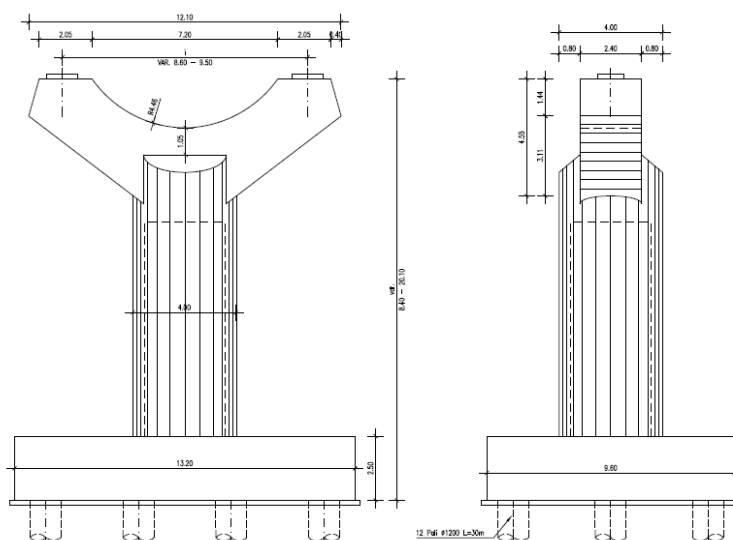


Figura 22: Sezione pile

Nel caso delle minori altezze, per evitare l'allargamento in sommità che risulterebbe di eccessivo impatto trattandosi di pile basse, si potrà adottare una tipologia di pila a doppia colonna (una per appoggio) a sezione costante.

Le fondazioni sono sempre di tipo profondo, generalmente su pali di grande diametro collegati da una zattera di fondazione. Per le poche pile ubicate in golena, che possono quindi essere interessate dalla corrente in caso di piena, si prevede una particolare tipologia di fondazione, cosiddetta "palo-pila", costituita da una coronella di pali compenetrati (secanti) che nell'insieme formano una sezione pseudo-circolare di dimensioni pari a quella del fusto della pila.

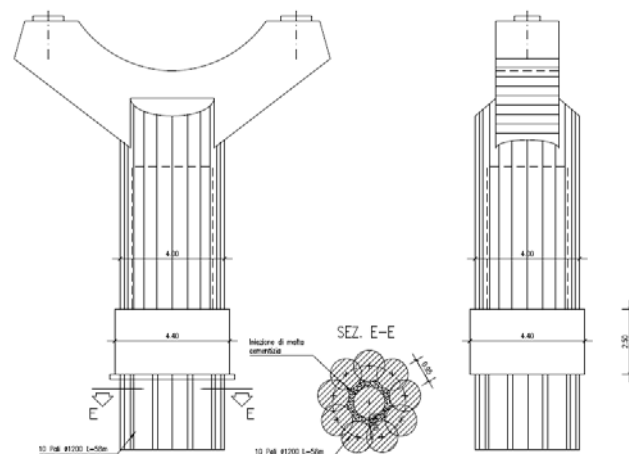


Figura 23: Palo-pila

Tale tipologia ha lo scopo di minimizzare la larghezza della sezione investita dalla corrente (sezione "maestra") e, di conseguenza, ridurre il fenomeno di erosione localizzata del fondo alveo innescato dalla presenza della pila e quindi il pericolo di scalzamento.

Dal punto di vista manutentivo si può affermare che la soluzione proposta fornisce buone prestazioni in termini di durabilità, essendo caratterizzata da un'impostazione progettuale che prevede:

- struttura portante in acciaio autoprotetto, che richiede notoriamente una ridotta manutenzione;
- impalcati continui, ovvero privi di giunti intermedi e con unica linea di appoggi sulle pile, con disposizione di due soli appoggi per pila. Tale impostazione è finalizzata a minimizzare

l'impiego di giunti ed appoggi, elementi che costituiscono la principale causa di intervento manutentivo sugli impalcati da ponte.

Il calcestruzzo della soletta di impalcato avrà caratteristiche opportunamente definite non solo in termini di resistenza, ma anche di esposizione ambientale. A tale proposito si evidenzia come le nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC 2008), tramite la definizione di vita nominale dell'opera e classe di esposizione ambientale e le più stringenti prescrizioni sui calcestruzzi e sui copriferrì, garantiscono comunque una buona durabilità dell'opera (purché eseguita a regola d'arte) senza necessità di importanti interventi di manutenzione.

6.3.2 *Strutture speciali: Viadotto Piovene*

I viadotti gemelli che attraversano la forra dell'Astico a Piovene Rocchette hanno uno sviluppo nell'ordine di 300m e corrono ad una considerevole altezza dal fondo valle. La loro visibilità da molti punti di vista privilegiati richiede che, unitamente al conseguimento di elevati standard di compatibilità paesaggistico-ambientale, vi sia un particolare sforzo volto a conferirgli un'estetica particolarmente significativa, benché nei limiti del possibile quanto più pulita e lineare.

Le alternative tipologiche di riferimento, che escludono il ricorso a schemi a via di corsa inferiore ritenuti di impatto eccessivo, sono essenzialmente:

- viadotti integrati a travata metallica gravante su un arco-portale in calcestruzzo;
- ponti tipo Maillart;
- viadotti standard a pile alte;
- viadotti "stampella".

Benché le soluzioni connotate dal lessico formale dell'arco appaiano certamente interessanti, la geometria del tracciato stradale, che attualmente prevede una modesta curvatura planimetrica su opera, unitamente alle esigenze di contenimento di tempi e costi di realizzazione delle opere, ha infine fatto propendere per la soluzione a viadotto continuo a travata su pile alte, certamente connotata da austerità e pulizia formale, nella quale il lessico formale è eminentemente demandato al disegno delle pile a lama svuotate del volume centrale.

In tale quadro la ripartizione in luci é stata quindi ottimizzata al fine di evitare indebiti eccessi di spessore dell'impalcato, a cassone in c.a.p. ad altezza variabile, garantendo nel contempo il più superamento della parte centrale e più incisa della forra del torrente Astico

mediante un'unica campata di luce 110m.

Le pile, di notevole altezza, sono, come detto della tipologia a lama, costituite da due elementi paralleli piuttosto snelli. Tale scelta è motivata da ragioni estetiche e dalla volontà di limitare, perlomeno in direzione longitudinale, gli aspetti connessi con la vulnerabilità sismica dell'opera. Il manufatto, integralmente in calcestruzzo, si presta ad un corretto ed ottimale inquadramento degli aspetti di massima durabilità e robustezza che devono caratterizzare opere strategiche di questo genere, per le quali è prevista una vita utile elevata ed una ridotta necessità di manutenzione. Il monolitismo complessivo consente infatti di evitare la presenza di punti singolari, quali gli appoggi, e di ottimizzare la risposta ad eventi sismici.

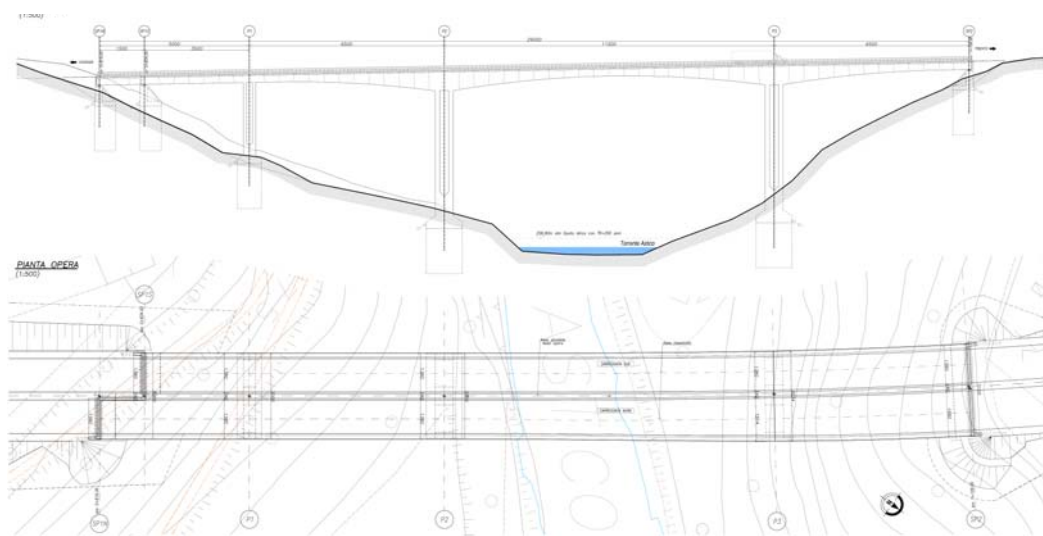


Figura 24: Prospetto e pianta viadotti

All'interno del tracciato stradale, l'opera si colloca alla fine di un tratto rettilineo e nella prima parte di una ramo di clotoide, pertanto gli assi degli impalcati assecondano questa variabilità planimetrica. Nel suo complesso la distanza fra gli assi delle spalle lungo la carreggiata Nord risulta nominalmente pari a 290m e in 4 campate (luci di 50+65+110+65m), mentre, a causa dell'inclinazione planimetrica del versante sud rispetto l'asse stradale, la distanza fra gli assi lungo la carreggiata Sud è più ridotta, e pari a 270m (luci di 35+65+110+65m).

La sezione trasversale ha altezza variabile da un minimo di 2,70m ad un massimo di 6,6m all'imposta delle pile P2 e P3. Come evidenziato negli elaborati grafici, la soletta ed il cassone sottosporgente hanno larghezza pari a 13,80 e 9,10m, rispettivamente.

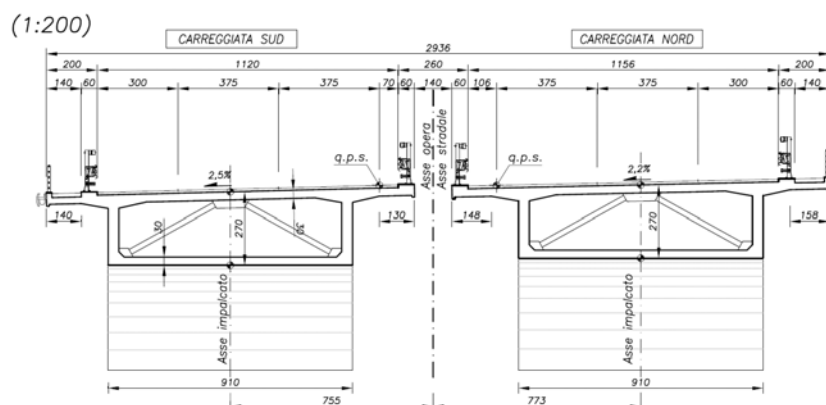


Figura 25: Sezione tipologica in mezzeria campata

6.3.3 Strutture speciali: Viadotto Adige

Il viadotto che interconetterà l'uscita dalla galleria di Valico in Val d'Adige con il tracciato della A22 si configura come un'opera di grande scala, che, grosso modo in retto alla vallata, sovrappassa in sequenza la SS12 dell'Abetone, la linea ferroviaria del Brennero, il corso dell'Adige e l'Autobrennero stessa.

In un contesto che, seppur antropizzato e già densamente infrastrutturato, risulta ancora connotato da una significativa qualità paesaggistica, e si colloca per giunta posto sull'asse ottico di un significativo cannocchiale di fondovalle, è dunque di fondamentale importanza definire una soluzione di minimo impatto globale che sia al più caratterizzata da alcuni spunti singolari e connotativi, ma in ogni caso di forma e scala atte a garantire la corretta compatibilizzazione dimensionale con il contesto. E' in altre parole necessario definire correttamente, ed in modo interdipendente, tipologie, luci e spessori visivi dell'opera complessiva (tratto filante, scavalco dell'Adige, interconnessione con la A22) al fine di conferirle la necessaria trasparenza e leggerezza. E' infine da rilevare come la necessità di un contenimento delle quote di livelletta volto a minimizzare l'impatto generale dell'opera risulti vincolata dai franchi da garantire in corrispondenza delle arterie interferite (specie la linea ferroviaria in rilevato) e dalla significativa luce di attraversamento dell'Adige. Le arginature che cingono l'alveo fluviale sono poi peraltro interessate da percorsi ciclabili che si inseriscono in una rete su ampia scala cui la Provincia della Autonoma di Trento attribuisce grande importanza. Questo aspetto richiede di osservare adeguati franchi sugli argini stessi.

La scelta di fondo é stata, quindi, in prima battuta quella di binare le due carreggiate autostradali in un unico impalcato costituito da un macro-cassone, al fine di ridurre l'impatto delle sottostrutture. In particolare il superamento delle prima citate interferenze (SS12 e della ferrovia), così come motivi di opportunità legati alla minimizzazione dell'impatto a terra delle opere suggeriscono l'adozione di luci massime dell'ordine di 60-70m.

L'importanza delle luci in gioco e le difficoltà operative connesse con il montaggio suggeriscono il ricorso ad impalcati a sezione mista. Lo scavalco dell'Adige, e la necessità non interferire con le arginature spondali, richiede per contro di prevedere un'opera singolare, contraddistinta da una luce considerevole (~ 140m), e collocata lungo un tratto di tracciato in curva, in leggera obliquità rispetto all'alveo e prossimo all'allargamento richiesto delle piste di raccordo con la A22.

Ciò premesso, sono stati preliminarmente esaminati differenti scenari progettuali intesi a fornire elementi utili per la scelta della soluzione tipologica più idonea. In particolare:

- ponte ad arco con carreggiate binate e 140m di luce;
- ponte strallato con carreggiate binate e luci 56+140+68m ~ 280m;
- viadotti affiancati in c.a.p. su luci 56+140+68m ~ 280m;
- viadotti affiancati/binati a sezione mista su cavalletti e luci 56+140+68m ~ 280m

La soluzione ad arco, o meglio ad archi, a via di corsa inferiore e spinta eliminata dall'impalcato, sembra identificare soluzione tipologica ottimale in quanto, al di là di evidenti considerazioni estetiche e di continuità tipologico formale con altri attraversamenti che interessano l'Adige più a nord, consente di confinare l'impegno statico alla sola luce di 140m, evitando di interferire con la campata terminale in allargamento sulle piste A22, nonché di gestire al meglio la curvatura planimetrica di tracciato. Le soluzioni a via di corsa inferiore permettono inoltre di contenere in termini adeguati le quote di livelletta stradale nel rispetto di idonei franchi sulle quote delle piste ciclo-pedonali arginali.

L'inopportunità di prevedere un unico arco in asse opera, causa la leggera curvatura planimetrica del tracciato, e l'incremento della già significativa larghezza complessiva della macro-carreggiata, suggerisce il ricorso a due archi distinti, obliqui, e di geometria tra loro differenziata, anche in ragione del loro rapporto con la curvatura planimetrica.

Un manufatto strallato non è per contro apparso configurare uno schema strutturale particolarmente idoneo, questo per semplici motivi di natura geometrica, peraltro enfatizzati dal necessario coinvolgimento statico delle luci laterali. L'opera, complessivamente lunga poco meno di 280m (al lordo delle campate di ormeggio), si adagia come detto su un tracciato in curva e presenta una campata di riva lato A22 di larghezza sensibilmente e necessariamente variabile. Tali caratteristiche condizionano severamente sia la statica che, conseguentemente, l'estetica. In buona sostanza vi è la necessità di prevedere massicce antenne a portale atte a equilibrare le azioni fuori piano, aspetto enfatizzato dalla graduale e rilevante divaricazione degli stralli di ormeggio alla campata d'ambito lato A22. Benché il

costo di un manufatto con tale caratteristiche (che peraltro, come detto, interessa complessivamente una luce doppia rispetto a quella del ponte ad arco) sia di difficile quantificazione, è in ogni modo palese come l'economicità dell'intervento, risulti severamente viziata dalle citate caratteristiche di irregolarità geometrica che rendono non ottimale "ab initio" il ricorso a questa soluzione tipologica.

Per quanto concerne le soluzioni a viadotti affiancati in c.a.p. ad altezza variabile o a sezione mista filante su stampelle (in entrambi i casi su luci 56+140+68m ~ 280m), le ipotesi, per quanto verosimilmente più economiche rispetto alle precedenti, si rivelano certamente conflittuali con la presenza dei massicci rilevati arginali. Al di là di ovvie considerazioni di natura estetica, legate alla contrapposizione tra la distribuzione geometrica delle masse strutturali e l'orografia locale, si presenta, infatti, anche un conflitto funzionale con riferimento alle piste arginali di testa argine che richiederebbe il sollevamento generalizzato della livelletta stradale. Il sollevamento richiesto sarebbe tuttavia di entità tale (da un minimo di 3m ad un massimo di 5m) da rendersi incompatibile con i tratti altimetrici di raccordo con la A22.

Ciò premesso, la soluzione ad arco su 140m di luce, a via di corsa inferiore con impalcato a lastra ortotropa prescelta dal seguente progetto preliminare, garantisce un'adeguata connotazione dell'intersezione delle due autostrade, con un impatto paesaggistico sufficientemente modulato e coerente con molte altre realizzazioni del fondovalle (ad esempio gli archi già disseminati lungo la A22 tra Mantova e Bressanone, e quelli di 45m di luce che anche in questo caso si propongono sulle piste di svincolo mono-senso poste ad interconnessione e sovrappasso dell'autostrada). Tale tipologia consente anche una naturale estensione alle opere in scala minore (luce 50m circa) che costituiscono i due sovrappassi di svincolo e quello della viabilità locale posto poco più a nord.

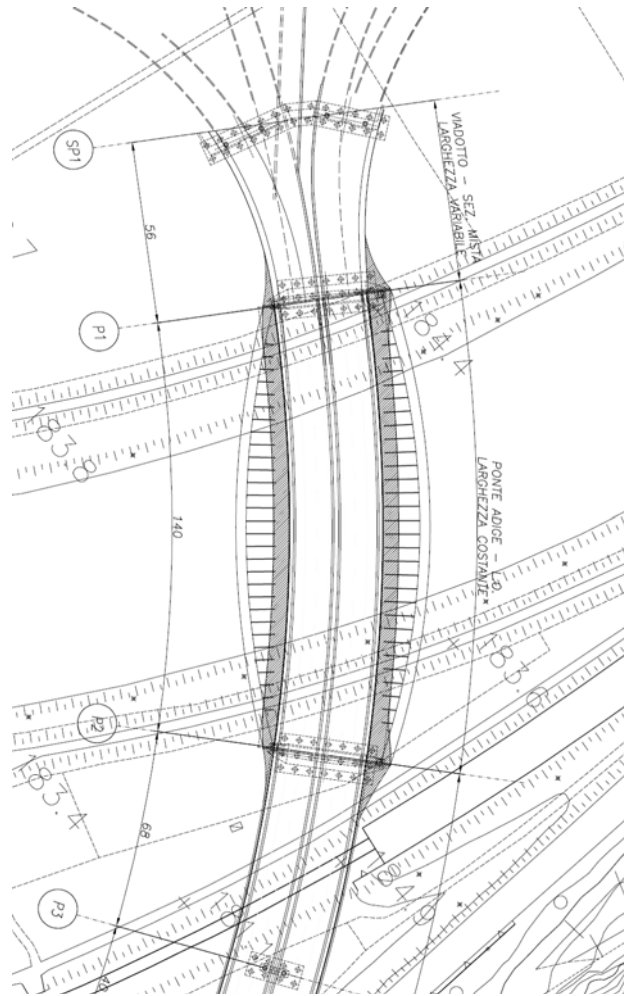


Figura 26: Stralcio planimetrico del tracciato in corrispondenza dell'opera

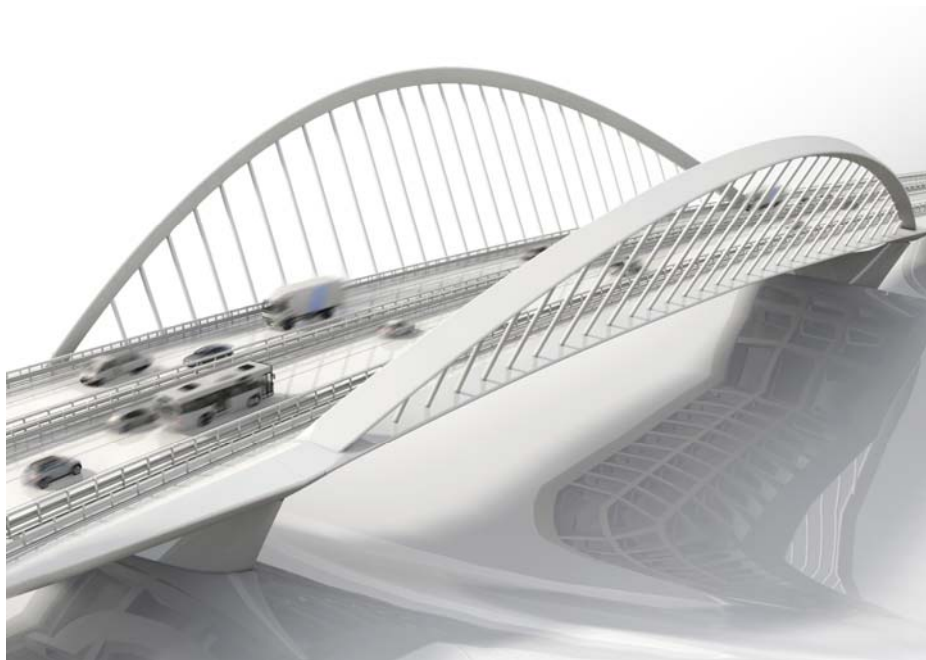


Figura 27: Immagine della soluzione ad arco (spalle alla A22)

7 OPERE D'ARTE MINORI

7.1 CAVALCAVIA

Lungo il tracciato sono stati previsti i seguenti cavalcavia:

Opere d'arte minori - Cavalcavia	
Opera	Progr. o riferimento
Cavalcavia Via Colombara	1+ 718,00
Cavalcavia S.Agata 1	2+450,00
Cavalcavia S.Agata 2	2+675.00
Cavalcavia Sv. Velo d'Astico	5+ 275,00
Cavalcavia Besenello 1	svincolo di interconnessione con la A22
Cavalcavia Besenello 2	svincolo di interconnessione con la A22
Cavalcavia viabilità comunale	svincolo di interconnessione con la A22

Tabella 19: Cavalcavia

Per i primi tre cavalcavia sono state scelte soluzioni in struttura composta acciaio-calcestruzzo, proponendo in tal caso una sezione a via di corsa inferiore, in linea con le più recenti realizzazioni di cavalcavia autostradali. Caratteristica peculiare della tipologia a via inferiore è, infatti, il ridotto spessore "netto" dell'impalcato, inteso come distanza tra quota progetto del cavalcavia e intradosso dell'impalcato; ciò consente di contenere altezza e sviluppo longitudinale delle rampe di approccio e, di conseguenza, l'impatto complessivo dell'opera di scavalco.

Questa tipologia è adottata per il cavalcavia dello svincolo di Velo d'Astico e per quello di Via Colombara. Essa prevede un impalcato con travi longitudinali ad anima piena di altezza variabile, con schema statico di trave continua su tre luci: la campata centrale ha lunghezza rispettivamente 38 m e 35 m, con campate laterali di luce 23 m e 21 m, in funzione della larghezza di carreggiata da attraversare.

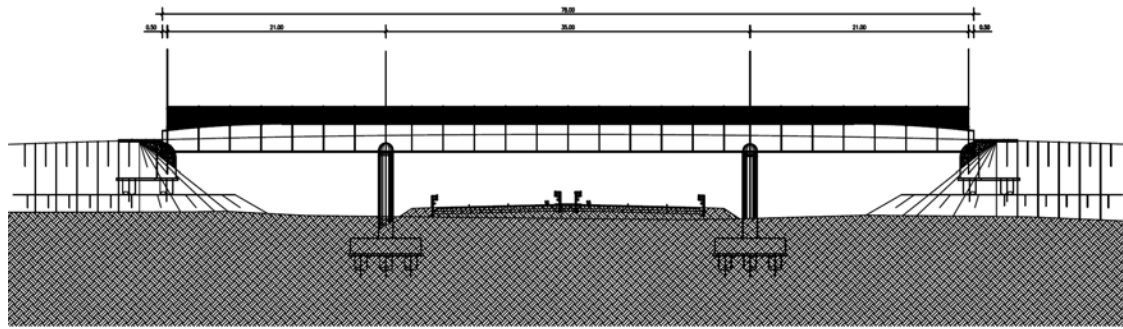


Figura 28: Profilo cavalcavia

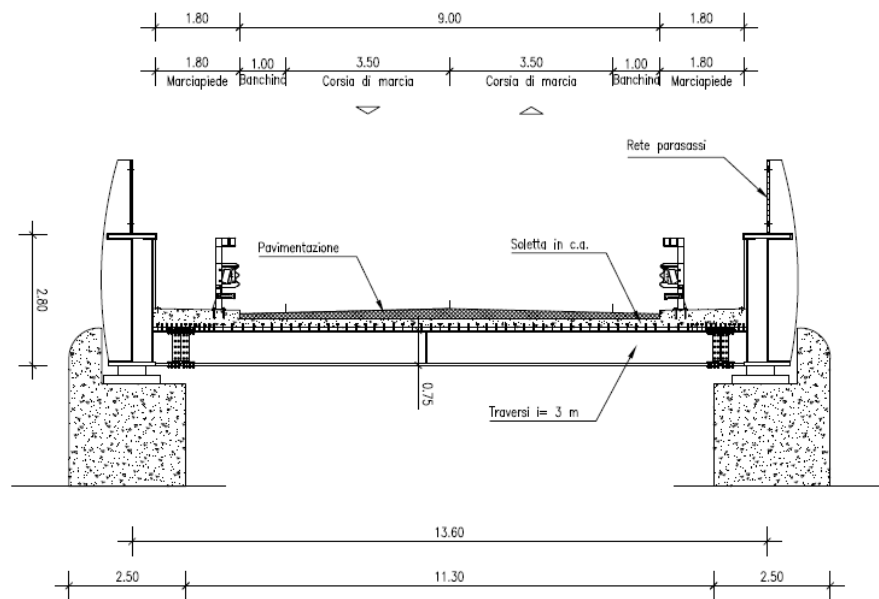


Figura 29: Sezione cavalcavia

La struttura portante dell'impalcato è composta da due travi in acciaio interamente saldate, poste ai lati della carreggiata e collegate da traversi ad anima piena che sostengono la soletta in c.a. eseguita in opera su predalles.

Le nervature verticali di irrigidimento dell'anima delle travi si prolungano al di sopra dell'impalcato con funzione di montanti di sostegno della rete parasassi. L'ingombro visivo dell'impalcato risulta così ridotto, sia perché la rete parasassi è in parte sostituita dall'anima delle travi laterali che si sviluppano al di sopra del piano viabile, sia perché la rete si integra con l'impalcato senza soluzione di continuità.

L'impalcato ripropone la tipologia e gli elementi architettonici più significativi (colori e finiture) dei cavalcavia della A31 sud, caratterizzati da due diverse colorazioni delle parti metalliche in acciaio verniciato.

Le pile sono in calcestruzzo del tipo a due colonne singole (una per appoggio), fondate su pali. Le spalle sono generalmente di tipo passante.

La scelta della giunzione saldata per le travi principali, con completo ripristino della continuità della trave, e la particolare cura nei dettagli costruttivi, con assenza di irrigidimenti longitudinali d'anima sulle facce esterne delle travi, conferisce all'opera un notevole pregio formale e, allo stesso tempo, facilita la manutenzione delle parti metalliche. Da un punto di vista economico, l'onere della saldatura, da eseguirsi a piè d'opera, è compensato dal risparmio di materiale rispetto al caso di giunzione bullonata.

Dal punto di vista manutentivo la soluzione proposta fornisce buone prestazioni in termini di durabilità, essendo caratterizzata da un'impostazione progettuale che prevede:

- impalcati continui, ovvero privi di giunti intermedi e con unica linea di appoggi sulle pile, con disposizione di due soli appoggi per pila. Tale impostazione è finalizzata a minimizzare l'impiego di giunti ed appoggi, elementi che costituiscono la principale causa di intervento manutentivo sugli impalcati da ponte.
- ridotta utilizzo di bullonature e assenza di discontinuità superficiali, così facilitando le operazioni di ispezione e manutenzione.

I cavalcavia dell'interconnessione di Besenello sono stati progettati sempre a struttura mista ma con impalcato a cassoncino ad unica luce di circa 50 m.

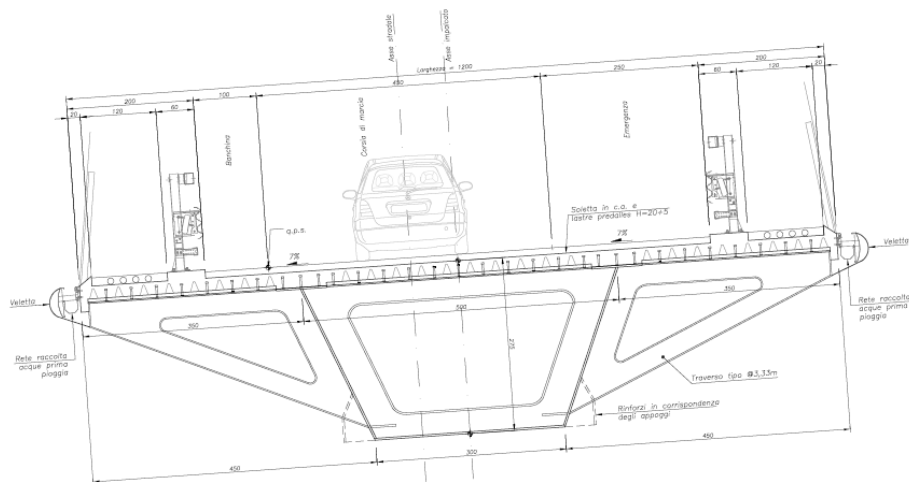


Figura 30: Sezione cavalcavia di Besenello in curva

7.2 SOTTOVIA

A ripristino del collegamento delle viabilità esistenti sono previsti anche manufatti che permettono di sottopassare l'infrastruttura di progetto nelle tratte in cui il rilevato si sviluppa a quota sufficiente senza che vi sia la necessità di abbassare la livelletta stradale

interferita (per evitare problematiche idrauliche legate allo smaltimento delle acque con il ricorso ad impianti di pompaggio).

I manufatti sono in c.a. gettati in opera e gli spessori sono stati calcolati in funzione dalle dimensioni interne e dal ricoprimento previsto. Le dimensioni trasversali sono tali da consentire il passaggio della strada intercettata oltre ai profili redirettivi accostati ai piedritti. Per raccordare questi manufatti con le scarpate del rilevato e con il piano campagna si prevede di ricorrere a muri d'ala, quindi ad altezza variabile, che fanno percepire con più gradevolezza l'imbocco in luogo di muri a tutta altezza a sostegno del rilevato.

Di seguito di riporta la tabella riepilogativa dei sottovia con le relative dimensioni.

Opere d'arte minori - sottovia	
	Dimensioni
Sottovis S.S. 350 progr.2+075	12.00x6
Sottovia progr. 4+625	9,50x5,50
Sottovia di svincolo progr 5+240 circa	7,00x5,50
Sottovia poderale progr. 5+768	7,00x5,50
Sottovia S.P. Pedescala progr. 14+216	10,50+6,00

7.3 MURI

Su tutto tracciato sono previsti muri verdi e muri in c.a.. I muri verdi sono impiegati in punti sensibili del tracciato, dove l'ingegneria naturalistica diventa una priorità. Questa tipologia ha la caratteristica di unire la funzione di sostegno con il miglior inserimento nel territorio poiché per l'esecuzione e le finiture sono impiegati materiali naturali. L'effetto che si ottiene, a lavori ultimati, è quello di avere delle superfici verdi di minore impatto visivo rispetto ai muri tradizionali. Per la realizzazione è previsto l'utilizzo di terra rinforzata con teli di geosintetici. Al termine, la superficie in vista sarà piantumata con specie erbacee.

I muri in c.a., dimensionati secondo le norme vigenti, presentano fondazioni dirette con dimensioni variabili in funzione dell'altezza del muro. L'elevazione ha paramento verticale verso l'interno e inclinazione 1/10 verso l'esterno. Le finiture sono in pietra locale al fine di mitigare l'impatto sul territorio. A tergo dei muri sono stati previsti interventi di drenaggio e in corrispondenza dei tratti in trincea è posta una canaletta di raccolta delle acque di scarpata in modo da convogliarle verso appositi ricettori, evitando così pericolose infiltrazioni.

8 IL CONTESTO TERRITORIALE ATTRAVERSATO

8.1 STUDIO PRELIMINARE DI INSERIMENTO URBANISTICO E VINCOLI

8.1.1 Inquadramento urbanistico

La metodologia di lavoro

I comuni interessati dal tracciato di progetto sono dodici, sette nella provincia di Vicenza e cinque nella Provincia di Trento.

Per ognuno dei dodici comuni interessati dal tracciato di progetto e per altri sette comuni ricadenti in una fascia di 1000 metri è stato acquisito il Piano Regolatore Generale (di seguito indicato come PRG) vigente completo di cartografia e norme tecniche di attuazione; nella provincia di Vicenza ove disponibili sono stati acquisiti anche il Piano di Intervento (di seguito indicato come PI) e il Piano Assetto Territoriale (di seguito indicato come PAT) redatti ai sensi della Legge Regionale (di seguito indicato come L.R.) 11/2004.

Sono state prodotte due serie di tavole in scala 1:5.000 analizzando ed accorpando tutte le voci di PRG in destinazioni d'uso (zonizzazione e vincoli) quanto più omogenee possibile a secondo della normativa urbanistica regionale o provinciale:

- Mosaico degli Strumenti Urbanistici (16 tavole in formato A1) in cui è rappresentata la mosaicatura dei PRG con omogeneizzazione delle legende con sovrapposto il tracciato di progetto. Tali tavole danno evidenza della zonizzazione relativa all'ambito comunale interessato dal tracciato e cioè al corridoio di progetto di circa un chilometro attraversato dalle alternative.
- Vincoli e Tutele (16 tavole in formato A1) in cui sono rappresentati l'insieme di vincoli e tutele derivanti dalla pianificazione comunale. Tali tavole danno evidenza dei vincoli relativamente all'ambito comunale interessato dal tracciato e cioè al corridoio di progetto di circa un chilometro attraversato dalle alternative.

Le cartografie di piano che hanno generato i due set di tavole sono:

- Scala 1:10.000: tavole di progetto del PAT (Regione Veneto L.R. 61/1985 e L.R. 11/2004), tavole sistema ambientale (Provincia Trento L.P. 1/2008);
- Scala 1:5.000: PRG o PI (Regione Veneto L.R. 61/1985 e L.R. 11/2004), Sistema insediativo, infrastrutturale, produttivo, zonizzazione (Provincia Trento L.P. 1/2008);
- Scala 1:2.000: Zone significative e centri abitati (Regione Veneto L.R. 61/1985 e L.R. 11/2004), (Provincia Trento L.P. 1/2008).

Analisi delle interferenze del tracciato e degli svincoli con gli assetti urbanistici dei comuni

Nell'analisi delle interferenze urbanistiche si è dato maggior risalto nelle parti di tracciato all'aperto fornendo una lettura dei territori analizzati con le destinazioni d'uso previste negli strumenti urbanistici, nonché con il sistema di vincoli e criticità derivabili dagli strumenti di programmazione e pianificazione locale comunale.

L'autostrada in esame si colloca in un ambito prevalentemente pedemontano e montano, orograficamente complesso e profondamente inciso dalla Valle dell'Astico.

Tuttavia le tratte all'aperto che interferiscono significativamente con il territorio sono relativamente ridotte e circostanziate a pochi "luoghi" dove l'infrastruttura si connette ai sistemi insediativi collegabili con gli svincoli di Velo d'Astico e relativa area di servizio, Valle dell'Astico e Besenello.

Nella prima tratta di tracciato in Comune di Piovene Rocchette e Cogollo del Cengio l'attesa pluridecennale della A31 nord ha di fatto segnato l'imprinting dell'organizzazione territoriale consentendo al tracciato di risultare compatibile con il sistema insediativo dei due comuni contigui.

Più a nord l'autostrada si snoda nella piana di Velo d'Astico, dove si collega al sistema territoriale di questo Comune e del confinante Cogollo del Cengio che costituiscono i centri-motore dell'economia locale, con un impatto sull'ambiente convenientemente gestibile e mitigabile.

Infine, la tratta che risulta sicuramente più invasiva per lo stretto corridoio della Val d'Astico, è quella in cui si colloca l'omonimo svincolo, e dove affianca il Torrente fino a Scalzeri; la progettazione definitiva dovrà tener conto delle esigenze di mitigazione dell'impatto ambientale, soprattutto in relazione al trattamento degli sbancamenti per i tratti in trincea e alla rimodellazione naturalizzata dei rilevati.

Per quanto attiene l'attestamento a Besenello sull'A22, va segnalato come l'interconnessione fra le due autostrade non introduca nuovi accessi al quadrante territoriale, già organizzato sugli storici svincoli della A 22: Rovereto Sud / Marco – Rovereto nord – Trento sud / Trento.

8.1.2 Inquadramento vincolistico

I vincoli sia essi di tipo architettonico, storico od artistico, oppure ancora archeologici, paesaggistici o ambientali, sono provenienti dai piani regionali (Veneto) e provinciali (Vicenza e Trento) del settore di pianificazione e programmazione territoriale generale, mentre altre informazioni sono state integrate con materiali provenienti dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici di Trento e di Vicenza. Di seguito vengono elencati

nello specifico, oltre ai tipi di vincolo derivanti dal Decreto Legislativo (di seguito indicato come D.Lgs.) 42/04, anche l'articolo di riferimento:

- Architetonico - Beni di interesse architetonico, storico, artistico - art. 9 e 10 (ex L.1089/39);
- Archeologico - Beni ed aree di interesse archeologico - art. 10 (ex L.1089/39);
- Paesaggistico - Aree di notevole interesse pubblico - art. 136 (ex L.1497/39);
- Zone di particolare interesse ambientale (ex Legge Galasso n°431/85);
- Fascia di rispetto dei laghi - art.142 comma 1 lettera b;
- Fasce di rispetto dei corsi d'acqua - art.142 comma 1 lettera c;
- Montagne con quota superiore a 1600 mslm - art.142 comma 1 lettera d;
- Territori coperti da foreste e da boschi - art.142 comma 1 lettera g;
- Usi civici - art.142 comma 1 lettera h;
- Zone di interesse archeologico - art.142 lettera m;
- Grande Guerra - Luoghi identitari della Patria e della Grande Guerra - art. 11 comma 1 lettera i (riferimento anche all'art.255 del D.Lgs. 66/10).

Sono inseriti nella Carta dei Vincoli inoltre altri due tematismi non derivanti dal D.Lgs. 42/04, ovvero:

- Vincolo idrogeologico - R.D. n° 3267 del 30/12/1923;
- Beni ambientali – L.P. di Trento n°22 del 05/09/1991, art. 94 – Sono rappresentati da: bellezze naturali, particolarità ecologiche o ambientali, insediamenti di notevole valenza paesaggistica.

L'analisi che segue quindi, riporta una descrizione dettagliata del tracciato T4, specificando la suddivisione per intervalli chilometrici con indicazioni sul tipo di opera interferente (viadotti, rilevati, trincee, gallerie) con i suddetti elementi e le aree individuate. Viene stabilito quindi se gli elementi e le aree vincolate, localizzati, descritti e catalogati, rappresentino un'interferenza diretta (elementi di rilievo e tracciati sovrapposti), indiretta (elementi di rilievo ricadenti in un intorno variabile rispetto al tracciato) oppure diretta o indiretta ma rispetto a vincoli di minore rilievo.

Il tracciato parte nel territorio del Comune di Piovene Rocchette, in trincea, intervallata all'altezza del primo chilometro dal Viadotto Piovene, sovrastante il Torrente Astico con annessa vegetazione ripariale, area che rappresenta un'interferenza diretta di minore rilievo, ricadente sia nell'ambito dei beni paesaggistici, a carattere naturale, del D.Lgs. 42/04 (fasce di rispetto dei corsi d'acqua, art.142 c.1 lett.c, e territori coperti da foreste e boschi, art.142, c.1, lett.g), che in quello del vincolo idrogeologico (R.D. 30/12/1923 n°3267). Proseguendo

sul tracciato, già nel comune di Cogollo del Cengio, poco dopo il successivo chilometro, inizia un tratto prima in rilevato e poi in trincea, seguito dalla Galleria S. Agata, tra poco prima del 3° e del 4° km del tracciato, in corrispondenza del quale, per tutta la sua lunghezza, tra i 300 e i 600 m più a sud della stessa, si sviluppa l'antico tracciato della ferrovia Piovene-Arsiero, che prosegue lambendo prima, allontanandosi poi, per riavvicinarsi infine al tracciato T4, al termine del proprio tracciato all'altezza del km.8.

Così come nel primo chilometro, il Torrente Astico con la sua vegetazione, viene poi ancora attraversato in corrispondenza del km.4, sul confine con il comune di Velo d'Astico, dal Viadotto Boiadori per 425 m e da un'area di cantiere posta in prossimità dell'inizio dello stesso, poco prima del km.4; la stessa interferenza a tratti, è rilevabile inoltre, prima su rilevato e poi con il Viadotto Velo (il quale ha a distanza di un km circa Punta Corbin, Monte Cengio), nel tratto appena precedente il km 5 ed il 7°km, dove si segnalano anche gli attraversamenti del Rio Albo e del Rio Marotti. In questo tratto inoltre si registra anche l'interferenza degli stessi elementi con diverse aree di cantiere, precisamente in corrispondenza dello svincolo di Velo d'Astico all'altezza del 5°km fino oltre al 6° km.

Tornando nuovamente nel territorio del comune di Cogollo del Cengio, al 7°km, a circa 400 metri dal tracciato si individua la presenza di un bene di interesse architettonico, qual è la Chiesa di S. Antonio, e successivamente si entra e si rimane prevalentemente in galleria (Velo prima, Cogollo poi) rilevando nuovamente l'interferenza a tratti con il Torrente Astico (di minore importanza essendo in galleria), fino circa al 12° km.

All'altezza del km 9 invece, in corrispondenza di un rilevato che precede la Galleria Costa del Prà di 910 m, il tracciato T4, assieme ad un'area di cantiere, intercetta un'area di notevole interesse pubblico (art.136 D.Lgs. 42/04), relativa al Monte Cengio (Punta Corbin), così come le sue aree boscate, fino al Viadotto Assa (dove incrocia e attraversa l'omonimo Torrente) sito intorno al km 12.5, (e dove ad ovest del tracciato vi è un'altra area di cantiere), attraversando interamente anche la Galleria Forte Corbin di 2210 m, preceduta da un altro rilevato di circa 200 m..

Le maggiori interferenze si rilevano ovviamente per i tratti all'aperto, mentre per quelli in galleria si segnala la presenza ad est e ad ovest del tracciato (km 11-11.5) di Luoghi identitari della Patria e della Grande Guerra (art.11 comma 1 lettera i del D.Lgs. 42/04 e art.255 del D.Lgs. 66/10) e due beni di interesse architettonico, storico ed artistico (art.9-10 D.Lgs.42/04) prossimi al tracciato al km.10.5, in località Torre Alto (Torrione e resti muraglione). Ancora interferenza diretta con il Torrente Astico tra il km. 14 ed il 15 del Viadotto Settecà di 425 m e di tre aree di cantiere, due lungo il tracciato stesso ed una più a sud, più lontana, una volta passati nel comune di Valdastico, tra le gallerie Pedescala prima, e dopo il viadotto, la S. Pietro di oltre 3 km, che interferisce (minore rilevanza) con le aree

boscate del Monte scoglio dell'Aquila. In corrispondenza del viadotto a 1200 m di distanza con visuale libera si rileva anche l'area classificata di notevole interesse pubblico della Zona 2 del centro abitato di Tonezza del Cimone.

Proseguendo oltre la galleria S. Pietro, in aggiunta al Torrente Astico con la sua vegetazione ripariale, costante per quasi tutto il percorso del tracciato, si trovano delle aree destinate ad usi civici, normate dall'art.142, comma 1 lettera h del D.Lgs. 42/04, nel comune di Pedemonte, in corrispondenza dello svincolo di Valle dell'Astico al km.18.750 (dove c'è anche un'area di cantiere) e del Viadotto Molino, e più avanti poco dopo il km.20 all'altezza della trincea tra i Viadotti "Posta I" e "Posta II". Poco più avanti sono ubicate altre due aree di cantiere, in corrispondenza del Viadotto "Posta II" (km. 20.5) e del rilevato al 21°km subito dopo il termine del Viadotto stesso.

Il tracciato T4 , prosegue poi prevalentemente in galleria (Pedemonte, 1850 m e di Valico, 15 km circa), incontrando un'interferenza con il Torrente Astico con il Viadotto Ciechi ed un'area di cantiere, poco dopo il km 23 al confine tra i comuni di Pedemonte e Lastebasse.

Con la Galleria di Valico, entrato nel comune di Folgaria, il tracciato T4 (ed un area di cantiere) va a chiudersi poco dopo la chilometrica 39, con il Viadotto Adige sull'omonimo fiume, nel territorio di Besenello, allacciandosi alla A22, interferendo così con il Fiume Adige, la sua fascia di rispetto e della probabile vegetazione ripariale annessa, oltre ad una fascia riguardante parchi e riserve relativa all'art.142 c.1 lett.f.. Subito prima si registra la presenza di un rilevato con relativa area di cantiere, che incrocia il Rio Secco.

Precedentemente allo svincolo finale, il tracciato prosegue incrociando quindi interferenze catalogate di minore rilievo, poiché appunto lo stesso viaggia in galleria. Si possono menzionare a tal proposito, il Torrente Astico con la vegetazione ripariale fino al 30° km, un'area di montagne a quota superiore a 1600 mslm (art.142, comma 1, lettera d del D.Lgs. 42/04) dal km. 30 al 33 ed altre aree boscate, di rispetto di corsi d'acqua e con vincolo idrogeologico.

In conclusione si può affermare come il tracciato presenti delle interferenze diffuse ma di tipo non rilevante, essendo principalmente corsi d'acqua attraversati da viadotti, e nel caso di vincoli più importanti, questi risultano vicini ma non interferiscono in maniera diretta con il percorso del tracciato. Inoltre si tratta principalmente di aree o beni vincolati in prossimità di tratti in galleria, elemento che a livello d'impatto non comporta una rilevante interferenza.

8.2 MITIGAZIONI AMBIENTALI

Nelle opere di mitigazione ambientale sono comprese, oltre alle opere a verde di cui si

tratterà di seguito, tutti quegli interventi mirati alla mitigazione acustica. A tal fine è stata eseguita una valutazione della componente rumore tramite l'impiego di un modello di simulazione della propagazione delle onde sonore negli spazi esterni, il SoundPlan versione 6.5. L'obiettivo principale della simulazione modellistica è stato quello di valutare previsionalmente le condizioni post-operam e gli opportuni interventi mitigativi da prevedersi. Preliminarmente si è svolta un'attività di monitoraggio acustico mirata alla determinazione del clima acustico allo stato attuale ed alla taratura del modello previsionale del rumore. Dai dati ricavati dalle misurazioni si evidenziano rilevanti superamenti dei limiti di zona in corrispondenza della S.S. 350 nei comuni di Cogollo del Cengio, Valdastico, Pedemonte, Lastebasse, soprattutto nel periodo notturno. Si sono quindi previste barriere fonoassorbenti nei tratti critici, come descritto nel documento dedicato.

Le opere a verde, se si escludono gli interventi mirati al ripristino delle aree di cantiere, sono riconducibili a due principali macro categorie di intervento, caratterizzate essenzialmente da una diversa finalizzazione degli interventi:

- la prima categoria ha come finalizzazione la mitigazione e l'inserimento paesaggistico dell'opera nel contesto coinvolto e consiste nella creazione di fasce vegetate nel lungo linea e nella realizzazione di interventi ad elevata valenza estetica (anche di tipo ornamentale) nelle aree di stretta pertinenza autostradale, quali le aree intercluse o le aree dei rami di svincolo, dove puntare al recupero di funzionalità ecosistemiche risulterebbe piuttosto arduo e poco credibile. Il risultato più atteso si ha, generalmente, sul piano della qualità paesaggistica dell'opera stradale, ottenuto con una giusta combinazione di interventi di mascheramento e di elementi vegetati che consentano la ricucitura del corpo stradale con il contesto coinvolto.
- la seconda categoria, definita di ricucitura della struttura ecologica, comprende interventi volti al ripristino, con eventuale potenziamento e/o riqualificazione, della vegetazione locale, ed è utilizzata ogniqualvolta le formazioni esistenti risultino compromesse o coinvolte dalle lavorazioni (vedasi aree in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie, fasce lungo linea coinvolte direttamente dalla cantierizzazione, ecc.). Con questi interventi, che prevedono la realizzazione di neoformazioni, si consegue anche un potenziamento delle formazioni esistenti del contesto collinare e del sistema fluviale, soprattutto dove i soprassuoli risultano degradati.

Per tali interventi si impiegano tipologici particolari, aventi complessità e valore ecosistemico elevati, tali da interagire ecologicamente e paesaggisticamente con la vegetazione boscata presente e con gli appezzamenti agricoli interferiti.

L'intento è quello di ottenere un buon grado di ricucitura con il territorio circostante e nel contempo creare ambienti naturali di margine in grado di attrarre specie botaniche e faunistiche spontanee e recuperare, in parte l'effetto cesura prodotto dall'infrastruttura.

In altri termini si procederà con:

- la realizzazione di interventi ex novo lungo le fasce di pertinenza coinvolgendo anche i settori che risultano danneggiati dalla cantierizzazione (piste, aree di lavorazione, imbocchi galleria);
- la realizzazione di interventi ex novo nelle aree interstiziali, e/o intercluse per produrre un incremento della copertura arborea e arbustiva.

Nell'ambito delle due macro categorie, al fine di meglio comprenderne le caratteristiche di impianto, gli interventi si possono, a loro volta, configurare come:

- sistemazioni areali;
- sistemazioni lineari.

Le opere a verde riguarderanno spazi oggetto di esproprio e pertanto di proprietà della Concessionaria, siano essi collocati lungo l'infrastruttura e con essa in stretta connessione (scarpate dei rilevati, aree intercluse e fasce libere all'interno della recinzione), siano esse esterne alla recinzione autostradale ma ricadenti sempre nel limite degli espropri (es. aree di ripristino derivanti dagli ambiti delle lavorazioni – scavi per galleria artificiale, spalle dei ponti, ecc.).

TIPOLOGIE DI INTERVENTI: AREALI E LINEARI

L'evoluzione progettuale ha condotto all'identificazione di due categorie di interventi di mitigazione lungo tutto il tracciato: le sistemazioni lineari e le sistemazioni areali.

Esse sono così descrivibili:

- alle categoria delle sistemazioni lineari appartengono proposte di tipo tendenzialmente lineare, quali i filari o le siepi, la duna vegetata, i passaggi faunistici (opere di deframmentazione ecosistemica), le barriere fonoassorbenti, ecc.
- alle categorie delle sistemazioni areali appartengono mitigazioni più ampie in termini di profondità o larghezza, come prati stabili, arbusteti, boschi, ecc.

Ovviamente questa distinzione si basa sulle disponibilità spaziali, prerogativa fondamentale nel campo della progettazione.

Queste proposte considerano anche l'importante fase successiva alla realizzazione delle stesse: la manutenzione. La gestione delle opere di mitigazione è infatti indispensabile per mantenere efficienti le loro esternalità positive.

- Interventi di inserimento paesaggistico e di mitigazione

Tra gli interventi di inserimento paesaggistico e di mitigazione ritroviamo, come evidenziato nelle planimetrie:

- interventi lineari di mascheramento/spartitraffico (Intervento n.1)
- interventi areali di inserimento paesaggistico (Intervento n. 2)
- interventi areali di naturalizzazione (potenziamento vegetazionale) (Intervento n.3)
- interventi areali multifunzionali imbocchi gallerie (identificati nelle planimetrie con il codice AMG) (Intervento n. 4)

Le tipologie di intervento adottate per l'inserimento paesaggistico, nonché per la mitigazione visiva dell'opera deriveranno dalla combinazione di diversi tipologici, (vedi schede tipologie di intervento allegate alla relazione specialistica 2505_060602001_0101_0PP). Ciascun tipologico è denominato attraverso un codice, in cui è possibile distinguere la tipologia di sistemazione (se lineare 'L.XX' o areale 'A.XX') e la specifica del tipologico (esempio: 'L.SA'= tipologia lineare. siepe arbustiva).

Le tipologie/sesti di impianto impiegate sono:

- albero singolo (L.AS);
- siepe arbustiva (L.SA);
- siepe spartitraffico (L.SS);
- fascia arbustiva (L.FR);
- filare arboreo-arbustivo (L.FA);
- fascia arborea - arbustiva mesofila (L.FM);
- macchia arborea - arbustiva (A.MA);
- arbusteto denso (A.AD);
- arbusteto denso su rilevato (A.AR);
- cordone boscato mesofilo (A.CM);
- siepe a tetto (L.ST);
- tipologici per le aree umide (AU).

Gli interventi saranno realizzati sia lungo linea, che nelle superfici areali presenti all'intorno dell'infrastruttura, le differenze consisteranno essenzialmente, nella scelta delle specie, nella modalità compositiva e nel loro adattamento alla dimensione delle aree disponibili. Tra

questi rientrano anche le aree umide per impianti di fitodepurazione che hanno una duplice funzione, non solo mitigativa, ma anche di ricucitura della struttura ecologica.

- Interventi di ricucitura

Gli interventi di ricucitura della struttura ecologica, essendo finalizzati alla realizzazione di impianti ex novo associati ad interventi di riqualificazione / potenziamento delle formazioni esistenti, si differenziano dai precedenti soprattutto per le modalità di gestione a cui saranno sottoposti negli anni seguenti alla loro realizzazione; sempre per questo motivo anche la stessa combinazione dei tipologici adottati sarà improntata alla realizzazione di impianti che meglio rispondono alle tecniche selvicolturali. In questa famiglia di interventi ritroviamo, come evidenziato nelle planimetrie:

- interventi di potenziamento del contesto pedemontano-versante
- interventi di potenziamento vegetazionale del sistema fluviale.

Rientrano in questa categoria, anche, gli interventi d'ingegneria naturalistica realizzati lungo i versanti coinvolti dalle opere di scavo e di ripristino al fine di concorrere al loro consolidamento e le tipologie previste per la rinaturalizzazione delle aree umide.

Le tipologie impiegate sono:

- siepe arbustiva (L.SA);
- arbusteto denso (A.AD);
- arbusteto denso su rilevato (A.AR);
- macchia arboreo – arbustiva (A.MA);
- cordone boscato mesofilo (A.CM) per il contesto collinare e le aree più asciutte;
- cordone boscato igrofilo (A.CI) per il sistema fluviale e per le aree con caratteristiche più igrofile (sponde torrenti, aree umide, ecc);
- gradonata viva (A.GR);
- tipologici per le aree umide (AU);
- tipologici per la realizzazione degli inviti dei passaggi faunistici (PF).

- Interventi per la mitigazione e il ripristino delle attività di cantiere

Nel complesso, a seconda della fase di cantierizzazione (ovvero fase di costruzione del tracciato e fase post operam), gli interventi a verde si suddividono in:

- Rinaturalizzazione delle aree di cantiere: interventi per la mitigazione dei cantieri. Essi consistono nella realizzazione di siepi arboreo – arbustive da posizionare sulle

dune di terreno vegetale poste lungo i perimetri delle stesse. Tali opere fungeranno da elementi di mascheramento ed, eventualmente, contribuiranno a proteggere le aree limitrofe da polveri e rumori prodotti dalla cantierizzazione stessa. A fine cantierizzazione le dune saranno smantellate e le varie aree saranno interessate dalle operazioni di ripristino;

- Interventi di ripristino agricolo o ad uso del suolo originario: interventi di ripristino in fase post operam o di fine cantierizzazione. Questi interventi interessano tutte le aree e le piste di cantiere che a fine lavori dovranno essere restituite agli usi originari del suolo (generalmente agricolo); nel caso in cui le superfici delle stesse ricadano negli ambiti destinati alla realizzazione degli interventi a verde, gli interventi da realizzare saranno rivolti alla rinaturalizzazione dell'area stessa.

Per garantire il pieno reintegro di tutte le superfici nel mosaico del paesaggio coinvolto, le attività di ripristino dovranno, in primo luogo, puntare al recupero della fertilità dei suoli ed eventualmente ricostruire gli elementi naturali che connotano la struttura del paesaggio locale. Le operazioni del ripristino consistono nello smantellamento di tutti i materiali estranei alle aree, nel ripristino delle condizioni pedologiche del suolo e in una semina di miglioramento (inerbimento o sovescio) qualora il destino finale sia quello agricolo. Se invece l'area rientra tra le superfici trattate dal progetto di inserimento, si procederà secondo la fase di ricostruzione della vegetazione locale ovvero con la creazione di impianti ex novo.

- Ripristini aree operative e piste di cantiere

Gli interventi di ripristino ambientale, previsti per le superfici occupate dai lavori di cantierizzazione (aree operative e piste) prevedono la restituzione agli usi originari di tutti gli spazi coinvolti ed interessati dalle operazioni di costruzione del tracciato.

Per garantire il pieno reintegro di tutte le aree nella struttura coinvolta, le attività di ripristino dovranno, in primo luogo, puntare al recupero della fertilità dei suoli ed eventualmente ricostruire gli elementi naturali che connotano la struttura del paesaggio locale.

Per la riuscita dei vari interventi e in coerenza con gli obiettivi di recupero della capacità d'uso dei suoli è necessario che sin dalle fasi di allestimento delle attività di cantiere vengano prese le giuste precauzioni per il mantenimento delle caratteristiche pedologiche del suolo. Tali attenzioni riguardano essenzialmente le modalità di stoccaggio e movimentazione dei

materiali e le modalità di coinvolgimento delle superfici limitrofe ai cantieri, attenzioni che comunque potranno essere gestite nell'ambito del sistema di gestione del cantiere.

Le attività di ripristino consisteranno nello smantellamento dei cantieri e delle vasche di lavaggio, nell'asportazione del sedime stradale e dei materiali stoccati, cui seguirà il recupero ad uso agricolo delle intere superfici ad eccezione delle aree su cui insistono gli interventi di inserimento paesaggistico del progetto.

A fine esecuzione delle lavorazioni per tutte le aree occupate dalle installazioni di cantiere è prevista una prima attività considerata propedeutica al ripristino, che consiste nell'eliminazione di tutte le opere civili realizzate in fase di allestimento delle aree operative e nella rimozione di tutti i materiali estranei all'uso agronomico delle aree.

-Interventi per l'equilibrio ecosistemico

L'importanza di garantire l'integrazione delle aree oggetto di nuovo impianto con la matrice paesaggistica e di conferire una certa permeabilità all'infrastruttura si è tradotta:

- nella predisposizione, nel corpo stradale, di alcuni varchi utili ai fini del passaggio della fauna selvatica, utilizzando aree aperte sottese i viadotti, viabilità secondarie e manufatti appositamente inseriti nei rilevati (quando possibile e in compatibilità con le dimensioni richieste);
- nella predisposizione lungo il tracciato autostradale in corrispondenza di zone di particolare tutela e di vulnerabilità media e medio-alta, di sistemi di drenaggio chiusi, che convogliano le acque di piattaforma a presidi idraulici per il trattamento tramite bacini di fitodepurazione. Tali sistemi contribuiscono alla riqualificazione ambientale di un'area degradata o compromessa e contemporaneamente fungono come elementi di riequilibrio ecosistemico.

Lo sviluppo progettuale di tali prerogative del progetto di inserimento paesaggistico ed ambientale ha portato alla definizione di alcune tipologie di opere di ricucitura che vanno ad arricchire l'insieme dei tipologici predisposti per la realizzazione delle opere a verde, ovvero inviti alle opere di deframmentazione ecosistemica e le aree umide.

Per questo motivo, si è cercato di sfruttare le opportunità presenti nel progetto e le condizioni ambientali di inserimento dell'opera, attrezzando lungo il tracciato dei manufatti destinati al passaggio della fauna (deframmentazioni ecosistemiche con attraversamenti idraulici) e valorizzando i varchi già presenti, come le aree sottese ai viadotti, i canali di derivazione, ecc

In particolare, in prossimità degli imbocchi del passaggio fauna dovranno essere realizzati alcuni elementi di invito all'utilizzo della struttura, realizzati con specie arbustive appetibili.

- Areali multifunzionali di imbocco delle gallerie

Agli interventi tipologici sopra descritti, si inseriscono degli interventi misti, soprattutto in prossimità degli imbocchi delle gallerie che si caratterizzano per la loro pluralità di funzioni. L'intervento in sè si qualifica non solo per mitigare dal punto di vista paesaggistico il manufatto ma anche come attenuatore dell'inquinamento atmosferico (deposito di particolato) e dell'inquinamento acustico attraverso l'impiego di siepe a tetto.

8.3 VINCOLI ARCHEOLOGICI

La raccolta dei dati relativi alle presenze archeologiche in rapporto al tracciato scelto è stata condotta su un areale che corrisponde ai territori dei comuni attraversati direttamente dall'opera o immediatamente contigui ad essa. Nello specifico i comuni interessati sono stati 21, e di questi 13 ricadono all'interno della Provincia di Vicenza mentre i rimanenti 8 fanno parte della Provincia Autonoma di Trento. Sulla base delle fonti esaminate sono state individuate, oltre ai siti archeologici (tematismo puntuale) anche una serie di zone di interesse archeologico (tematismo areale). Queste zone sono inquadrabili in due tipologie distinte: a) quelle il cui interesse è stato notificato mediante un vincolo archeologico vero e proprio (in forma diretta o indiretta) espresso con un preciso e specifico atto legislativo e b) quelle caratterizzate da giacimenti archeologici individuati e tuttavia non totalmente conosciuti nella loro esatta estensione e che pertanto sono sottoposte ad azioni di tutela (su disposizione della competente Soprintendenza Archeologica) ma sulle quali non agisce un vincolo archeologico vero e proprio. Si tratta di aree interessate da ritrovamenti o indizi archeologici che ne motivano una particolare tutela. La Soprintendenza per i Beni Archeologici della Provincia Autonoma di Trento ha articolato questo secondo tipo di aree secondo tre gradi di tutela e questa distinzione è stata recepita nella stesura del PUP 2007 e di gran parte dei PRG comunali. Le classi di tutela sono tre, sono definite con i codici: 01 (alta), 02 (media), 03 (bassa) e hanno le seguenti caratteristiche:

- **Aree a tutela 01**

Sito contestualizzato, vincolato a ben precise norme conservative ai sensi del D.Leg. 22 gennaio 2004, n. 42. E' vietata qualsiasi modifica morfologica/ambientale, sono possibili soltanto le attività di ricerca e di scavo archeologico, lo studio ed il restauro delle strutture rinvenute nonché gli interventi di valorizzazione per la fruizione pubblica, attuati dalla competente Soprintendenza per i beni archeologici della Provincia Autonoma di Trento o

dagli Istituti Scientifici da questa autorizzati ai sensi del D.L. 29/10/99 n. 490 e del D.P.R. 1.11.1973 n. 690. In queste aree non è ammessa la presenza di infrastrutture estranee alla natura stessa del sito, a meno che ciò non sia preventivamente concordato con la suddetta Soprintendenza.

- **Aree a tutela 02**

Sito contestualizzato, archeologicamente ancora attivo, non sottoposto a rigide limitazioni d'uso. Gli interventi antropici di trasformazione programmati e/o programmabili si attueranno sotto il controllo diretto della Soprintendenza per i beni archeologici della Provincia Autonoma Trento. L'area indagata potrà, ai sensi delle normative vigenti, essere totalmente bonificata o sottoposta a vincolo primario (area a rischio 01). Allo scopo di garantire la tutela delle aree a rischio archeologico, ove siano previste opere di scavo e/o movimento terra che richiedono la domanda di concessione edilizia, è di primaria importanza la possibilità, da parte della Soprintendenza per i beni archeologici della Provincia Autonoma Trento, di acquisire con congruo anticipo il maggior numero di informazioni circa i lavori che si intendono eseguire, per poter così programmare gli interventi del caso. La Soprintendenza per i beni archeologici potrà così eventualmente decidere, in comune accordo con la proprietà, il progettista e la direzione lavori, se nell'area interessata dalle opere sia opportuno eseguire dei sondaggi preliminari, delle prospezioni geofisiche o delle semplici ricerche di superficie, allo scopo di determinare l'entità del deposito archeologico eventualmente sepolto e, qualora fossero necessarie, le strategie di scavo stratigrafico da adottare. Eventuali lavori interessanti nuclei storici come perimetrati dal P.R.G.I. devono parimenti essere segnalati alla Provincia Autonoma Trento. Quando gli eventuali lavori di sbancamento scendono ad una profondità superiore a m 1,50 ed interessano aree non manomesse in passato (p.e. Realizzazione di parcheggi interrati o nuove cantine).

- **Aree a tutela 03**

Sito non contestualizzabile puntualmente per la scarsità delle informazioni disponibili. Si segnala l'indizio archeologico per un'attenzione da porre durante eventuali interventi di trasformazione. Nuovi rinvenimenti potranno comunque contestualizzare il sito e riqualificarlo come area a rischio 01 o 02. Per quanto riguarda queste zone, per le quali le informazioni non sono attualmente tali da permettere una precisa individuazione dei luoghi di rinvenimento, si ritiene comunque utile che la Soprintendenza per i beni archeologici della Provincia Autonoma Trento, venga informata circa gli interventi di scavo che interessano gli ambiti di massima evidenziati e le zone limitrofe. A tale proposito l'Ufficio Tecnico del

Comune trasmetterà la comunicazione delle concessioni edilizie approvate che interessano tali aree.

Per ogni area di interesse archeologico è stata compilata una scheda nella quale sono riassunte sinteticamente le informazioni principali: un codice identificativo alfanumerico univoco (del tipo aa000 dove “aa” costituisce l'acronimo per area archeologica e “000” corrisponde al numerale con progressione crescente che va dall'area più a sud a quella più a nord), i dati anagrafici e topografici, la descrizione, il tipo di area, il tipo di vincolo, la fonte, il riferimento legislativo, il grado di tutela, il comune catastale, le particelle fondiarie/edilizie interessate.

Per l'analisi dei dati raccolti è stata presa in considerazione una fascia (buffer) di 1 km attorno al perimetro dell'opera (prendendo in considerazione, quindi, non solo la sede stradale vera e propria ma anche le aree soggette alla realizzazione della viabilità secondaria, degli svincoli e delle opere accessorie). Complessivamente nell'area di buffer del tracciato ricadono 21 siti (16 in Veneto e 5 in Trentino) e 6 aree di interesse archeologico (3 in Veneto e 3 in Trentino). Vengono attraversate, inoltre, due aree di potenziale rischio archeologico (poste una all'inizio del tracciato e l'altra alla fine) che sono state definite sulla base della conoscenza di modelli (già noti) di frequentazione del territorio, sia sul piano abitativo sia produttivo che funerario.

Di seguito vengono esaminate le varie aree archeologiche individuate in relazione al buffer di 1 km, per tratte:

a. Tra la progressiva km 0+000 e km 7+000

- non viene intercettato direttamente nessun sito archeologico. Solo l'area aa001 viene intercettata marginalmente sulla parte N/E dalla viabilità complementare di ricucitura ed, in piccola parte, dalle scarpate della trincea.
- all'interno del buffer di 1000 m generato attorno all'asse dell'opera ricadono 12 siti archeologici e 1 area a vincolo ambientale (aa001);
- i siti con i rinvenimenti più significativi (castelli con presenze di epoca romana e preistoriche), pur rientrando nel buffer di 1 km, si collocano a quote più elevate rispetto al tracciato;
- va comunque tenuto presente che l'inizio del tracciato (Piovene Rocchette) si inserisce su una zona di potenziale rischio archeologico (area a rischio 01)

b. Tra la progressiva km 7+000 e km 24+500

- non viene intercettato direttamente nessun sito archeologico;

- all'interno del buffer di 1000 m generato attorno all'asse dell'opera ricadono 4 siti e 2 aree a vincolo ambientale (aa003, aa004);
- all'inizio di questo tratto si trova l'area a vincolo dei Torrioni di Pedescala che potrebbe avere nelle vicinanze delle tracce di ambito medievale (in questo punto, tuttavia, il tracciato procede in galleria e pertanto il rischio archeologico è molto limitato); gli altri elementi riscontrati si riferiscono a notizie poco consistenti e/o poco definite;
- questo tratto sembra corrispondere ad un rischio estremamente limitato;

c. tra la progressiva km 24+500 e km 39+100

- non viene intercettato direttamente nessun sito archeologico;
- all'interno del buffer di 1000 m generato attorno all'asse dell'opera ricadono 5 siti e 3 area a tutela archeologica (aa028, aa029, aa030);
- questo tratto dell'opera è interamente in galleria tranne per la parte finale dello sbocco in Val d'Adige dove si ha un elevato rischio archeologico per la presenza di rinvenimenti in grotta (Bus de la Vecia con frequentazione in età preistorica e protostorica), tracce di necropoli romana (case Carli) e altomedievale (località Scotinelli e via Scanupia con aree di tutela 02);
- oltre alla presenza di questi specifici rinvenimenti va ricordato che tale sbocco si colloca su uno dei conoidi che costellano la Val d'Adige in destra e sinistra idrografica e che sono stati oggetto di frequentazione antropica fin dalle epoche più antiche (area a rischio 05 - Besenello).

Sulla base dei dati raccolti e analizzati il tracciato in oggetto presenta, nel complesso, un impatto archeologico piuttosto contenuto, tranne nelle zone di ingresso nella valle dell'Astico (area a rischio 01) e di "uscita" sulla Val d'Adige (area a rischio 05) dove il potenziale rischio archeologico è più elevato.

8.4 IDRAULICA

Gli interventi previsti nella fase di progetto preliminare interessano le aree di pertinenza di alcuni corsi d'acqua delle Regioni Veneto e Trentino Alto Adige. Dall'analisi del reticolo idrico, sono state individuate per il tracciato in esame le interferenze con i seguenti **corsi**

d'acqua principali:

- Torrente Astico;
- Torrente Assa;
- Fiume Adige.

Più numerose sono invece le interferenze col **reticolo minore** dei diversi tracciati, in particolare vengono attraversati i seguenti corsi d'acqua: rio Albo, rio Narotti, rio Cenge del Cengio, rio Cavallo, rio Paile, rio Grossa, rio Morta, rio Bisabella, rio Rua.

Tutte le interferenze con il reticolo idrico sono state risolte mettendo in atto interventi di regolarizzazione del deflusso, necessari per stabilizzare l'alveo in prossimità dell'infrastruttura ed evitare pericolosi smottamenti futuri. La stabilizzazione consiste nel riequilibrare il trasporto solido nel tratto interferito introducendo un profilo a salti con tratti a pendenza ridotta. Tali interventi saranno realizzati con tecniche di ingegneria naturalistica.

Oltre alle interferenze con il reticolo idrico è stata analizzata l'interferenza tra infrastruttura e il deflusso superficiale proveniente dai versanti. Allo scopo di mitigare questa problematica si sono introdotte opere quali canali di gronda a monte dell'infrastruttura per captare il deflusso superficiale, frequenti tombini in grado di garantire la trasparenza dell'infrastruttura e canali di redistribuzione a valle che evitano la formazione di scarichi puntiformi e ripristinano il naturale assetto idrologico locale.

Si descrivono sinteticamente le interferenze e gli interventi per ciascuno dei corsi d'acqua principali analizzati, rimandando per maggiori dettagli agli elaborati dei capitoli Idrologia ed Idraulica.

8.4.1.1 Torrente Astico

Il bacino dell'Astico-Tesina costituisce il 40% della superficie totale del bacino del Bacchiglione. La superficie dell'Astico-Tesina, infatti, è pari a circa 770 km² di cui circa il 10% in Provincia di Trento. Il Torrente Astico nasce fra il Sommo Alto ed il Monte Plant a quota 1.441 m presso Malga Orsara. A Pedescala confluisce in sinistra il Torrente Val d'Assa. A Seghe di Velo le sue scarse acque, in condizioni di magra, sono incrementate dai contributi idrici del Posina e a valle di Lugo sono deviate al Canale Mordini mediante una briglia di sbarramento, sicché il letto del torrente rimane completamente all'asciutto per molti periodi nell'anno sino a Lupia, nelle vicinanze di Sandrigo, dove riceve in sinistra il Tesina che dà il nome all'asta principale. La confluenza in sinistra Bacchiglione avviene a Longare.

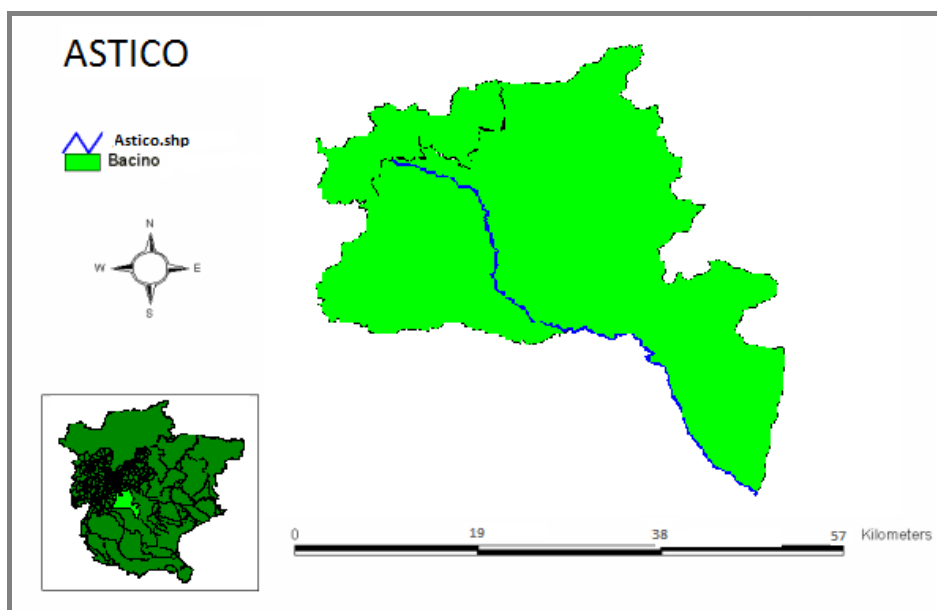


Figura 31: Bacino del torrente Astico ricadente nella Provincia di Vicenza e in minor parte in quella di Trento

8.4.1.1.1 Aree di rischio idraulico

Il tracciato di progetto corre in larga parte in affiancamento al torrente Astico, attraversandolo in diversi punti. Nell'apposito elaborato vengono riportati gli estratti planimetrici delle interferenze tra il corso d'acqua e la strada, evidenziando le aree allagate durante la piena del 1966 e in verde quelle dell'evento alluvionale del 1882. Alcuni attraversamenti del torrente avvengono in queste aree, in particolare: lo svincolo di Velo d'Astico, il viadotto Velo, il viadotto Arsiero e il viadotto Posta.

8.4.1.1.2 Stato di progetto

Il torrente Astico viene attraversato da viadotti, pertanto in corrispondenza di queste opere sono stati previsti interventi di protezione spondale e di protezione delle pile per prevenire l'erosione delle opere stesse. Essendo il tracciato spesso affiancato al torrente, verranno previste, in alcuni punti, delle opere di protezione del rilevato stradale e della sponda anche se il corso d'acqua non viene attraversato; tali interventi verranno progettati in conformità con quanto illustrato nei documenti precedentemente citati redatti dall'Autorità di Bacino e dalla Provincia Autonoma di Trento. In prossimità del viadotto Posta è prevista una deviazione del corso d'acqua in modo che questo non lambisca il tracciato stradale.

8.4.1.2 Torrente Assa

Il torrente Assa è un affluente del torrente Astico che scorre tra le province di Trento e di Vicenza. Nasce a Passo Vezzena a quota 1400 m s.l.m., riceve le acque dell'Altopiano dei Sette Comuni e i contributi dei torrenti Val Sparvieri e Val La Rotta, del torrente Portule, che

col suo affluente Galmarara scarica le acque dei versanti meridionali del Monte Pallone e Cima Dodici e infine del Ghelpach.

In corrispondenza dell'attraversamento in viadotto del tracciato di progetto con il torrente Assa sono previste opere di sistemazione del corso d'acqua mediante salti di fondo, prediligendo l'utilizzo di materiali naturali, per diminuire fenomeni di scavo localizzato in prossimità delle pile del viadotto. L'intervento è tipico dei torrenti di montagna: forti pendenze longitudinali portano a fenomeni di erosione che vengono stabilizzati attraverso l'imbrigliatura del corso d'acqua.

8.4.1.3 Fiume Adige

Il fiume Adige nasce da una sorgente vicina al lago di Resia, a quota 1.586 m s.l.m., ha un bacino imbrifero di circa 12.100 km² ed un percorso di 409 km; sbocca nel mare Adriatico a Porto Fossone tra la foce del fiume Brenta ed il delta del fiume Po. Il bacino dell'Adige si sviluppa sul territorio della Provincia di Bolzano (62% dell'intero bacino), della Provincia di Trento (29%) e della Regione Veneto (9%).



Figura 32: Limite idrografico del bacino del fiume Adige

Il territorio delle province di Bolzano e di Trento è prevalentemente montuoso, con quote molto elevate e si addolcisce nel fondovalle dell'Adige e dei principali affluenti. La parte di

territorio veneto comprende il territorio montano della Lessinia, con quote contenute ed una parte della pianura veneta della Provincia di Verona comprendente la città stessa.

Per quanto riguarda il territorio provinciale di Bolzano, nell'ambito del bacino idrografico dell'Adige sono stati individuati i sottobacini dei seguenti torrenti:

- Valsura;
- Gadera;
- Passirio;
- Talvera;
- Aurino;
- fiume Rienza.

Per quanto riguarda la provincia di Trento nell'ambito del bacino idrografico dell'Adige sono stati individuati i seguenti bacini principali dei torrenti:

- Avisio;
- Fersina;
- Noce.

In provincia di Verona esiste un unico affluente degno di nota sulla destra idrografica che è il torrente Tasso che nasce dalle pendici meridionali del Monte Baldo e sfocia in destra Adige in località Ragano di Rivoli Veronese; complessivamente la superficie del bacino è di 70 km² con uno sviluppo del reticolo idrografico di circa 20 km.

Tutti gli altri affluenti veronesi sono in sinistra idrografica e si originano nell'area montana dei Lessini; hanno caratteristiche fisiche e idrologiche simili con regime delle portate irregolari e risultano significative solo con eventi meteorici di forte intensità. Sono corsi d'acqua che hanno uno sviluppo planimetrico generalmente rettilineo e parallelo tra gli stessi e che, talvolta, confluiscono in unico collettore prima di gettarsi nell'Adige.

Tra questi affluenti si annoverano i sistemi Fibbio-Squaranto e Illasi-Mezzane che confluiscono le acque del fiume Antanello, provenienti dalle colline veronesi; il collettore formatosi da questo complesso sistema idrografico, dopo aver superato lo scarico del canale Sava e l'inizio del canale L.E.B., entra nel fiume Adige nei pressi di Zevio.

Nel bacino idrografico dell'Adige si rileva un uso del suolo legato alla morfologia del territorio e alle modifiche antropiche.

Per una superficie di circa 9.700 km², (80% del totale) esso presenta caratteristiche spiccatamente montane con una forte presenza del bosco. L'ambiente di pianura è molto limitato; le zone di fondovalle risultano essere invece le più antropizzate e diversificate nell'uso del suolo.

Considerando le "aree ad antropizzazione irreversibile", risultano particolarmente rilevanti quelle urbanizzate, con occupazione territoriale prevalentemente valliva pari al 3% della superficie totale del bacino, e le aree di cava che occupano lo 0,1% della superficie totale del bacino.

Le aree antropizzate in maniera reversibile o parzialmente reversibile sono strettamente legate all'attività agricola, che occupa una superficie pari all'8% del territorio del bacino e si suddivide tra colture agricole (prevalentemente mais o prati, 2,3%), frutteto (prevalentemente meli, 2,8%) e viticoltura (2,9%). Le aree non antropizzate ma comunque gestite dall'uomo, occupano una posizione di rilievo: i boschi coprono il 40,4% del bacino, i pascoli il 3,1% ed i prati-pascoli il 7,2%.

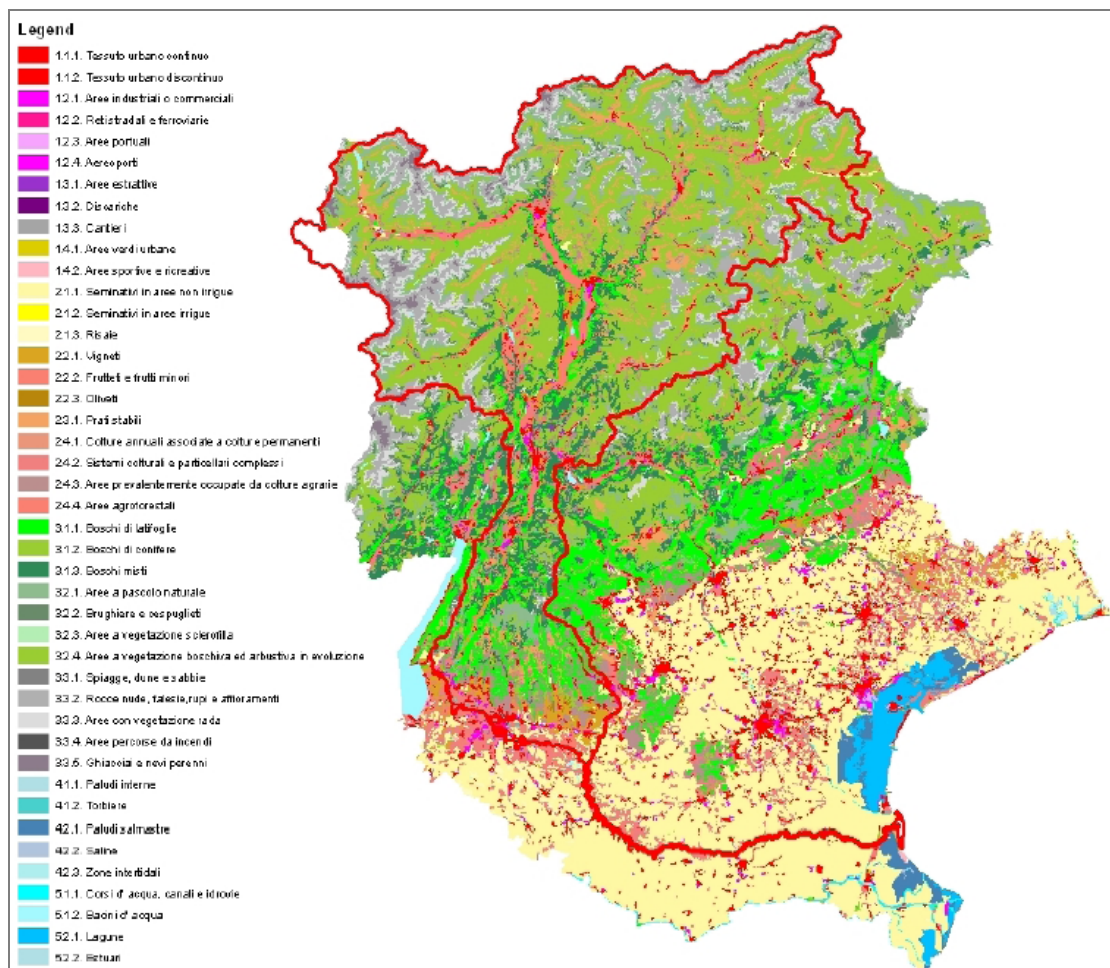


Figura 33: Carta di uso del suolo CORINE nel bacino del fiume Adige

8.4.1.3.1 Aree di rischio idraulico

Il rischio idraulico, da intendersi come rischio di inondazione da parte di acque provenienti da corsi d'acqua naturali o artificiali, risulta essere, anche secondo l'approccio dettato dalla normativa nazionale (L.267/98) in materia, il prodotto di due fattori: la **pericolosità** (ovvero la probabilità di accadimento di un evento calamitoso di una certa entità) e il **danno atteso** (inteso come perdita di vite umane o di beni economici pubblici e privati). Il tempo di ricorrenza degli eventi pericolosi rappresenta un elemento essenziale nel determinare il "grado di sicurezza" attuale delle varie zone del territorio.

La definizione delle classi di rischio idraulico presenti nel PAI è stata redatta in ottemperanza alle vigenti normative e prevede 4 classi di rischio di seguito riassunte:

Danno potenziale	Pericolosità idraulica			
	Molto elevata	Elevata	Media	Moderata
Grave	R4	R4	R2	R2
Medio	R3	R3	R2	R1
Moderato	R2	R2	R1	R1
Basso	R1	R1	R1	R1

Tabella 20: Definizione dei parametri di rischio idraulico secondo il PAI dell'Adige



Figura 34: Legenda delle carte di rischio idraulico

Per maggiori dettagli si rimanda all'apposita relazione.

8.4.1.3.2 Stato di progetto

Per quanto riguarda il fiume Adige si è fatto riferimento agli studi specifici dell'autorità di Bacino in particolare a:

- Autorità di Bacino Nazionale dell'Adige - Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico - Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico, da frana e da colata detritica (adottato con delibera del Comitato Istituzionale N.1/2005 del 15.02.2005);
- Autorità di Bacino Nazionale dell'Adige - Piano stralcio per la tutela dal rischio

- idrogeologico - Individuazione e perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica – *Relazione Tecnica di Variante* (giugno 2002);
- Autorità di Bacino dei Fiumi dell'Alto Adriatico - Piano di gestione dei bacini idrografici delle Alpi Orientali (adottato con delibera dai Comitati Istituzionali delle Autorità di Bacino dell'Adige e dell'Alto Adriatico in data 24.02.2010).
 - Provincia Autonoma di Trento - Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche, D.P.R. 15 febbraio 2006

Qualora gli attraversamenti avvengano in aree a rischio idrogeologico, nel PGUAP della Provincia di Trento, sono indicati gli interventi consentiti (Capo IV “Aree a rischio idrogeologico”, Articoli 15-21).

Il progetto prevede la realizzazione in corrispondenza di tutti gli attraversamenti di opere di protezione in massi a secco delle pile e delle sponde.

L’attraversamento del fiume Adige ha comportato quindi uno studio propedeutico con l’elaborazione di una soluzione che risolve le problematiche del posizionamento delle pile e che contemporaneamente soddisfa le esigenze di mobilità del corso d’acqua in area golenale, non impedendo le divagazioni future dell’alveo attivo, garantendo l’ispezionabilità degli argini.

L’interconnessione A31-A22 avviene in area esondabile dove il progetto prevede la realizzazione di manufatti atti a garantire la trasparenza idraulica delle opere e adeguate protezioni dei piedi dei rilevati con massi sciolti che consentono di proteggere le opere stesse contro l’azione erosiva della corrente.

8.5 GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA

8.5.1 Indagini geognostiche

Il progetto a base di gara era comprensivo delle risultanze di indagini geognostiche eseguite in anni precedenti e ricadenti in corrispondenza del tracciato scelto. In particolare:

- Campagna d’indagine geotecnica anno 1995, tratto Piovene Rocchette – Besenello, realizzata nell’ambito del progetto definitivo del tracciato storico e, sostanzialmente, coincidente con il tracciato scelto;
- Campagna d’indagine geotecnica anno 2005 nel tratto compreso fra Piovene Rocchette e l’innesto sulla SP350 in località Schiri (a sud di velo d’Astico) lungo il tracciato storico.

Sono altresì disponibili, in prossimità dell'innesto con l'Autostrada A22 del Brennero, i dati relativi ad alcuni sondaggi contenuti nel data base del Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento.

Le campagne del 1995 e del 2005 comprendono 28 sondaggi con relative stratigrafie, prove in sito ed analisi di laboratorio su campioni rimaneggiati ed indisturbati.

Sui campioni rimaneggiati ed indisturbati sono state effettuate le seguenti prove di laboratorio:

CAMPAGNA ANNO 1995

MATERIALI SCIOLTI

- peso di volume naturale su 10 provini;
- peso specifico assoluto su 3 provini;
- 93 analisi granulometriche per setacciatura;
- contenuto naturale d'acqua su 10 provini;
- limiti di Atterberg su 24 provini;
- 6 prove di espansione laterale libera ELL;
- 4 prove di taglio diretto CD;
- 1 prova triassiale CIU;
- 1 prova triassiale UU;
- 2 prove edometriche;

prove con penetrometro tascabile;

- 2 prove con torvane.

MATERIALI LAPIDEI

- descrizione macroscopica;
- 1 analisi petrografica su campione di andesite;
- 56 pesi di volume;

determinazioni del coefficiente di imbibizione;

- 24 prove sclerometriche;
- 23 prove di compressioni monoassiale con rilievo delle deformazioni;
- 14 prove triassiali;
- 19 prove di trazione indiretta tipo brasiliana;
- 30 prove di point – load;

prove di taglio su giunto;

- 35 prove di tilt test per valutazione attrito di base;
- 19 determinazioni del valore di JRC e JCS su giunto;
- 42 determinazioni delle velocità delle onde di compressione V_p e di taglio V_s con rilievo delle deformazioni.

A supporto della valutazione dell'opzione in scavo meccanizzato delle opere in sotterraneo sono state condotte anche specifiche prove per valutare durezza ed abrasività della Dolomia Principale. Esse sono:

- 5 punch test;
- 5 prove di abrasività Cerchar;
- 5 Drop test per la valutazione dell'indice S20;
- 5 prove per indentamento al cono indenter N.C.B.;
- 5 prove per Sievers' test.

Sono inoltre state effettuate le seguenti prove in sito:

- prove SPT in foro di sondaggio e in materiali sciolti;
- n° 1 prova di permeabilità tipo Lefranc in materiali sciolti;
- n° 5 prove dilatometriche in roccia (Dolomia Principale).

CAMPAGNA ANNO 2005

MATERIALI SCIOLTI (non sono stati prelevati campioni lapidei)

- 25 analisi granulometriche per setacciatura;
- 1 limite di Atterberg.

In corrispondenza dell'attraversamento di materiale sciolto in tutti i sondaggi sono state eseguite prove SPT a profondità regolari.

Per la progettazione preliminare è stata condotta, nel giugno – luglio 2011, una specifica campagna geognostica incentrata in corrispondenza dei tratti in galleria e volta a:

- chiarire la natura e l'estensione dei contatti stratigrafici e tettonici fra diversi litotipi;

- localizzare la superficie di contatto fra detrito e substrato roccioso in corrispondenza delle zone di imbocco e nei tratti a modesta copertura delle gallerie;
- confermare lo spessore della Dolomia Principale, e la presenza/caratteristiche di Formazioni più antiche e ad essa sottostanti, in corrispondenza delle gallerie a maggiore copertura (galleria di Valico e parte centrale della galleria San Pietro);
- individuare la presenza ed ubicazione di importanti elementi tettonici, pieghe e faglie, che determinano elevati gradi di fratturazione dell'ammasso, possibili raddoppi della sequenza stratigrafica e venute d'acqua significative.

Data la natura montuosa del territorio e la difficoltà, per non dire spesso impossibilità, di giungere in asse alle gallerie con attrezzature di perforazione, per l'indagine in argomento si sono previste tecniche geognostiche indirette, rapide e speditive, particolarmente adatte per condizioni orografiche difficili. Tecniche, inoltre, in grado di raggiungere profondità d'investigazione variabili da qualche decina di metri (zone d'imbocco ed a bassa copertura) ad oltre 1.400 m (galleria di Valico).

Per le zone d'imbocco e le parti a bassa copertura sono state eseguite le seguenti traverse sismiche a rifrazione, elaborate con tecnica tomografica:

- Galleria Cogollo: traverse TR01a – Tr01b – Tr02a – Tr02b;
- Galleria Costa del Prà: traverse Tr03a – Tr03b;
- Galleria Forte Corbin: traverse Tr04 - Tr05a – Tr05b;
- Galleria Pedescala: traversa Tr06;
- Galleria San Pietro: traverse Tr07a – Tr07b;
- Galleria Pedemonte: traverse Tr08a - Tr08b - Tr08c; Tr09a – Tr09b;
- Galleria di Valico: traverse Tr10 – Tr11.

Per le zone a più elevata copertura sono stati eseguiti i seguenti stendimenti audiomagnetotellurici (MT):

- Galleria San Pietro: AMT01P;
- Galleria di Valico: AMT02P - AMT03P - AMT04P - AMT05P - AMT06P - AMT07P - ALT07P – AMT10.

L'indagine MT rappresenta un metodo particolarmente adatto in contesti morfologici difficili, e ben si presta all'indagine in presenza di elevate coperture. Il metodo fornisce una stima

della resistività verticale al di sotto del punto ove è localizzato il ricevitore, indicando inoltre la complessità geoelettrica dell'area. In zone dove la distribuzione della resistività non varia rapidamente tra stazione e stazione, il sondaggio di resistività è una ragionevole stima della stratificazione geoelettrica del sottosuolo. La strumentazione magnetotellurica consente di utilizzare sia le sorgenti naturali (prodotte dai campi elettrico e magnetico naturale) che quelle controllate (per contrastare il "noise" incoerente prodotto dall'attività antropica). Il prodotto finale è costituito da una sezione che definisce la distribuzione della resistività elettrica in funzione della profondità, molto simile ad una sezione geoelettrica. In figura è riportato un esempio relativo proprio alla galleria di Valico.

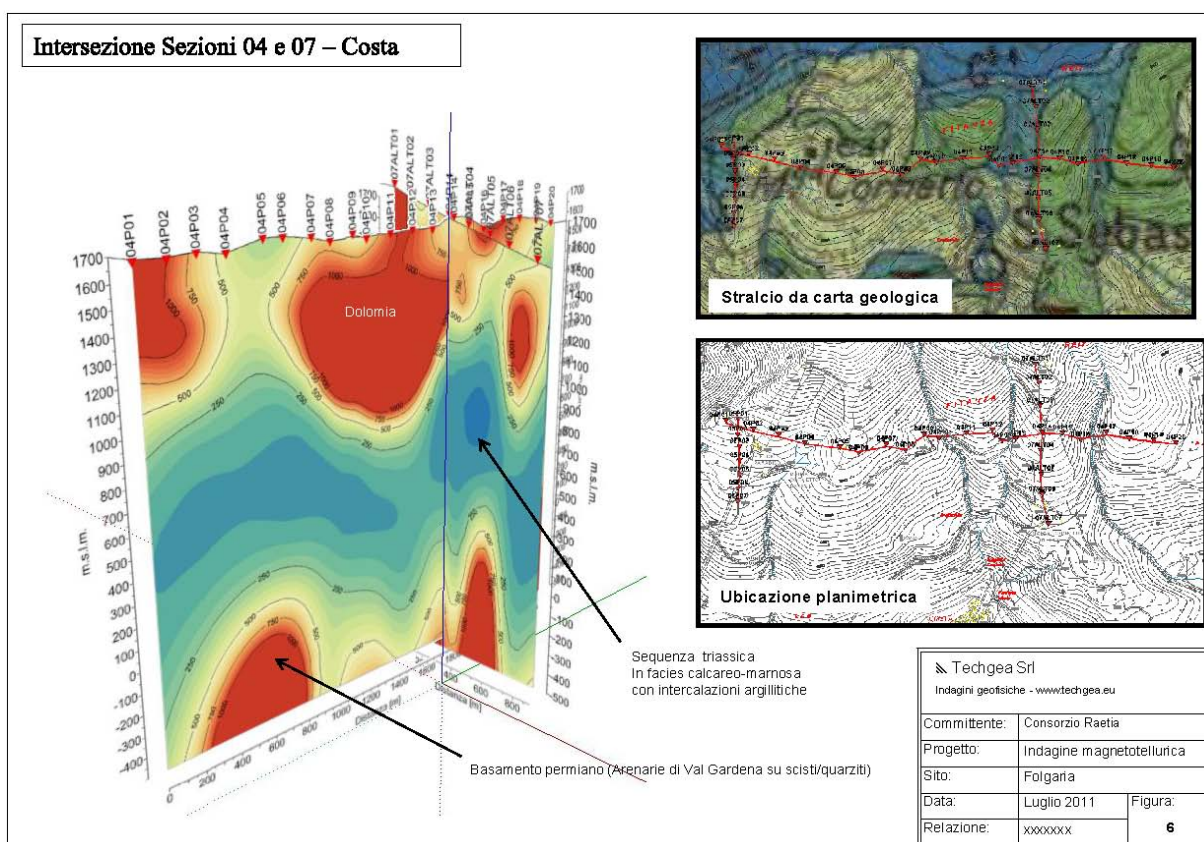


Figura 35. Esempio di sezione di resistività elettrica ottenuta da un sondaggio MT.

Le indagini disponibili allegate alla documentazione a base di gara, i rilievi e prove di campagna, e le indagini geofisiche specificamente eseguite nel giugno – luglio 2011 hanno permesso di ottenere un quadro conoscitivo adeguato al livello progettuale in essere.

8.5.2 Geologia e geomorfologia

La documentazione geologica a corredo del progetto preliminare è stata redatta sulla base di una nutrita documentazione bibliografica che comprende: il materiale allegato al progetto a

base di gara (progetto preliminare e definitivo sul tracciato storico e lungo diverse alternative), i fogli 21 "Trento" e 36 "Schio" della carta geologica d'Italia al 100.000, i fogli 060 "Trento" e 082 "Asiago" del CARG in scala 1:50.000, e numerose pubblicazioni reperite presso musei ed istituti universitari. Questo materiale è stato verificato ed integrato da rilievi in sito, indagini geognostiche pregresse (campagne anno 1995 e 2005 sul tracciato, database PAT) ed indagini specificamente realizzate nel 2011 in sede di progettazione preliminare.

Sulla base delle informazioni disponibili sono state redatte le planimetrie con ubicazione indagini, carta geologica e geomorfologica, profili geologici e profili geotecnici e geomeccanici.

Dal punto di vista geologico l'evoluzione paleogeografica dell'area in cui insiste il tracciato inizia con nel Permiano superiore con l'erosione del basamento metamorfico, innalzato durante l'orogenesi ercinica, ad opera di corsi d'acqua che solcavano una pianura semi – desertica. Si depositano quindi le Arenarie della Val Gardena. Il mare inonda la regione alla fine del Permiano creando un ambiente di lagune ed aree costiere ipersaline e aride, tipo sabkha, dove si depongono le dolomie cariate e i calcari oolitici scuri con gessi della formazione a Bellerophon. Durante il Trias si assiste ad un innalzamento del livello del mare che permette la deposizione dei termini calcareo – marnosi, arenacei e dolomitici della formazione del Werfen. Il dominio marino si riafferma dopo un periodo di sollevamento tettonico a partire dalla fine dell'Anisico con la creazione di un ambiente di piattaforma ove si deposita la formazione del Contrin. Questa prima piattaforma si frammenta in più blocchi, in corrispondenza dei quali si ha la formazione di vere e proprie scogliere coralline. Una formazione tipica di questa fase è la Dolomia dello Sciliar. L'attività vulcanica del Ladinico superiore non lascia traccia in questo settore, mentre la formazione Raibl rappresenta una sedimentazione carbonatica inquinata da apporti terrigeni provenienti dallo smantellamento di una catena in sollevamento a sud. La presenza di una piatta e vasta piana costiera, soggetta alle escursioni del livello marino, porta alla precipitazione del fango carbonatico che costituisce la Dolomia Principale. Questa grande piattaforma alla fine del Trias inizia a sprofondare; si ha così la deposizione della sequenza comprendente Calcari Grigi, Rosso Ammonitico, Biancone e Scaglia Rossa. In particolare la Scaglia Rossa indica la presenza di apporti terrigeni all'interno del bacino di sedimentazione carbonatico.

Le fasi di corrugamento alpino continuano per tutto l'Eocene e l'Oligocene con la progressiva emersione dei sedimenti marini, fino al sollevamento definitivo della catena alpina al di sopra del livello marino durante il Miocene. L'erosione della successione sedimentaria ha il culmine durante la crisi di salinità del Mediterraneo durante il Messiniano, mentre gli

accumuli glaciali e fluvioglaciali sono la conseguenza dell'alternanza di periodi glaciali ed interglaciali durante il quaternario.

Nel dettaglio la successione stratigrafica, dal termine più antico al più recente, è la seguente:

BASAMENTO METAMORFICO (pre – Permiano)

FORMAZIONE A BELLEROPHON/ARENARIE DI VALGARDENA (Permiano sup. – inf.)

FORMAZIONE DI WERFEN (Scitico)

FORMAZIONE A GRACILIS/DOLOMIA DEL SERLA INFERIORE (Pelsonico – Scitico)

CONGLOMERATO DI VOLTAGO (Pelsonico – Anisico inferiore)

DOLOMIA DELLA VALSUGANA (Pelsonico – Illirico inferiore)

GRUPPO DI RAIBL (Carnico)

DOLOMIA PRINCIPALE (Retico – Carnico sup.)

CALCARI GRIGI (Lias medio – inf.)

GRUPPO DI S.VIGILIO (Bajociano – Aleniano)

ROSSO AMMONITICO (Cenomaniano p.p. – Bajociano)

BIANCONE (Cenomaniano – Titoniano p.p.)

SCAGLIA ROSSA (Maastrichtiano – Turoniano)

FORMAZIONI ERUTTIVE TERZIARIE (Pliocene sup – Miocene inf)

DEPOSITI GLACIALI (Quaternario)

DEPOSITI FLUVIOGLACIALI ED ALLUVIONALI TERRAZZATI (Quaternario)

ALLUVIONI ATTUALI E RECENTI (Quaternario)

DETRITO DI CONOIDE ALLUVIONALE (Quaternario)

DETRITO DI VERSANTE (Quaternario)

Con riferimento ai profili geologici di progetto la prima parte del tracciato, da Piovene Rochette a Velo d'Astico, ricade entro depositi fluvioglaciali ed alluvionali prevalentemente ghiaioso sabbiosi. Da Velo d'Astico fino a Lastebasse (imbocco lato Piovene della galleria di valico) le opere in sotterraneo verranno scavate nella Dolomia Principale, con locale interessamento di coltri detritiche in corrispondenza degli imbocchi e delle tratte a modesta copertura. I viadotti che scavalcano i corsi d'acqua andranno ad interessare depositi alluvionali prevalentemente ghiaioso sabbiosi aventi spessori superiori alle massime profondità indagate (40 m).

La galleria di Valico per circa metà dello sviluppo interessa ancora la Dolomia Principale. Nel settore centrale, in corrispondenza dei settori a maggiore copertura, le indagini eseguite

dimostrano la presenza della sequenza stratigrafica permio – triassica compresa fra il Gruppo di Raibl e le arenarie di Val Gardena; mitologicamente si tratta di dolomie, calcari, calcari marnosi, peliti ed arenarie.

Dallo sbocco della galleria di Valico fino all’innesto con la A22 del Brennero vengono intercettati prevalenti depositi alluvionali dell’Adige i cui spessori previsti sono molto importanti.

Dal punto di vista geomorfologico va segnalata la possibile presenza di fenomeni carsici a carico dei depositi calcarei e, in misura minore, dolomitici, con forme ipogee ed epigee anche importanti (gli altopiani di Lavarone. Sette Comuni e Folgaria sono classici esempi di unità carsiche). Da citare inoltre il grande accumulo di antica frana (paleofrana) in corrispondenza dell’imbocco lato Besenello della galleria San Pietro (frana della Marogna), stabilizzata e priva di pericolosità geomorfologica, nonché di alcune frane di modeste dimensioni censite nel PAI della Regione Veneto e localizzate in corrispondenza di tratti in gallerie con coperture tali da non costituire alcun pregiudizio per i lavori.

Dal punto di vista strutturale l’area di studio rappresenta la porzione meno deformata del Sudalpino. Pronunciate e frequenti strutture tettoniche sono invece presenti nei settori immediatamente adiacenti, dove le manifestazioni vulcaniche risultano molto meno ampie o assenti. Si riconosce, infatti, al potente complesso vulcanico atesino, ubicato più a nord, un’azione di protezione di questo settore di catena nei confronti degli eventi tettonici.

La struttura tettonica è dominata da due principali elementi separati dal Fiume Adige. Ad ovest strutture giudicariensi, caratterizzate da sovrascorrimenti e strutture transpressive aventi direzione circa NE-SW. Ad est sovrascorrimenti orientati circa SW-NE, vergenti a sud, come la linea della Valsugana, e faglie trascorrenti con andamento NW-SE del sistema scledense (faglia Schio Vicenza).

Le principali lineazioni tettoniche regionali che interferiscono con il tracciato in studio sono:

- sistema della Valsugana;
- linea della Val di Centa.
- sistema delle Giudicarie;
- sistema Scledense;
- faglia di Posina;
- linea della Val di Gola.

Le principali criticità geologiche che interessano il tracciato sono:

- lungo le gallerie Cogollo e Costa del Pra: condizioni di modesta copertura e sezioni trasversali fortemente asimmetriche e ripide, con anche presenza di materiale sciolto lungo il profilo di scavo più accentuato ed esteso sulla pista di valle;
- lungo la galleria di Valico si registra:
 - a) scarsa accessibilità, condizioni morfologiche tipiche di ambiente montuoso ed elevate coperture in calotta, fattori questi che condizionano le possibilità d'indagine;
 - b) presenza di numerose dislocazioni tettoniche anche importanti, che complicano la successione e determinano la presenza di materiale maggiormente degradato.

8.5.3 Idrogeologia

Il territorio interessato dal progetto è compreso tra la Valdastico ed la valle dell'Adige, con quote che si collocano intorno ai 200 m s.l.m.m. per il fondo valle del fiume Adige e del torrente Astico e raggiungono rapidamente nella parte settentrionale quote comprese tra 1500 e 2000 m s.l.m.m.

Lo studio idrogeologico ha portato alla definizione dell'assetto morfologico del territorio, costituito da altopiani che fungono da ricettori delle acque meteoriche. La formazione geologica superficiale, che fa da "cappello" a questi altopiani, è costituita da formazioni calcaree che sono permeabili e presentano inghiottitoi di tipo carsico, costituendo così la zona di accumulo dell'acqua. Questa formazione poggia sulla Dolomia Principale, di minore permeabilità e che quindi assorbe meno acqua di quella immagazzinata nella parte superiore. In questo modo la quantità eccedente filtra lungo il perimetro e dà luogo ad un abbondante ed esteso complesso di sorgenti. Il livello a base di tutto il sistema è ovviamente costituito dai fondi valle.

In questo sistema gli elementi che mettono maggiormente in comunicazione le due formazioni geologiche da un punto di vista idraulico sono le discontinuità tettoniche, costituite da faglie principalmente, che con la loro maggiore permeabilità possono costituire drenaggi, se attivate, di ampie zone.

Con riferimento all'assetto geologico dell'area ed alla distribuzione delle sorgenti, è stato possibile ricostruire l'andamento della superficie piezometrica, che è riportato sugli elaborati di progetto.

Questa superficie indica la linea di carico piezometrico più o meno costante durante tutto l'anno in equilibrio con il regime delle sorgenti presenti lungo il tracciato. Ad essa si potrà fare riferimento per valutare l'entità delle pressioni idrostatiche che potranno interessare le opere in progetto.

Per quanto riguarda l'interferenza delle opere in sotterraneo con l'assetto idrogeologico si valuterà la possibilità di adottare rivestimenti pressoché impermeabili alle basse coperture, per impedire ripercussioni alla superficie di un possibile abbassamento piezometrico. Alle alte coperture, interessando le opere ammassi rocciosi di bassa permeabilità, le portate emunte dalle gallerie non sono rilevanti in relazione al bilancio idrologico della zona né producono effetti in superficie. In questo caso diventa importante considerare le pressioni idrostatiche trasmesse ai rivestimenti, che possono essere molto elevate. Pertanto si dovrà agire in modo da drenare i rivestimenti quanto necessario a mantenere le pressioni dell'acqua nei limiti di sicurezza per la stabilità della struttura.

Le faglie, costituendo un'importante via preferenziale all'acqua con possibili ed estese ripercussioni in superficie, dovranno essere impermeabilizzate, soprattutto con le alte coperture, preventivamente all'avanzamento, agendo dal fronte medesimo delle gallerie.

Seguendo le linee guida ipotizzate sopra, per il tracciato in esame si hanno le seguenti conseguenze:

- Da inizio tracciato al km 23 tutte le gallerie, in cui si prevede di adottare una metodologia di scavo tradizionale, presentano un carico d'acqua inferiore a quello critico per il rivestimento. Si valuterà quindi la possibilità di rendere totalmente o parzialmente impermeabili le gallerie in tale tratto, ovvero di non attivarne il drenaggio, per limitare le conseguenze dello scavo sull'assetto idrogeologico dell'area in esame;
- Per la Galleria di Valico, si prevede di impermeabilizzare i due tratti agli imbocchi per evitare il depauperamento della falda nelle zone di versante, più sensibili da un punto di vista ambientale. Ciò fino a che non si raggiunga un carico d'acqua di 120 metri, che rappresenta il carico limite accettabile dalla struttura di rivestimento. Per tutte le restanti tratte la galleria dovrà dunque essere drenata, in quanto il carico idraulico previsto è troppo elevato.

Si prevede inoltre di trattare le faglie alle progressive 25+400, da 27+500 a 28 km, dal km 30 al km 38 per evitare improvvise venute d'acqua in galleria, che interferirebbero con l'avanzamento. Questo tipo di trattamento assolve inoltre anche ad un generale miglioramento geomeccanico della massa rocciosa, necessario ai fini della stabilità del cavo in fase di avanzamento.

8.6 GEOTECNICA

In questo capitolo sono stati analizzati i valori di tutte le prove disponibili, essendo l'area molto vasta ed i terreni eterogenei (con variabilità laterali considerevoli), si sono ottenuti risultati piuttosto dispersi.

I valori delle proprietà geotecniche così calcolati sono da intendersi come valori orientativi; nelle successive fasi progettuali, sulla base di eventuali indagini geognostiche integrative, sarà possibile svolgere analisi geotecniche di dettaglio per ogni singola opera, restringendo l'area di analisi, tenendo così conto delle situazioni specifiche locali.

Sulla base dell'insieme dei dati geotecnici fino ad ora raccolti e schematizzati, è stato possibile suddividere i depositi indagati in **tre unità litostratigrafiche** distinte all'interno delle quali rientrano terreni a parametrizzazione sostanzialmente simili. Esse sono così schematizzate:

Unità "A"	<i>ARGILLE LIMOSE E LIMI SABBIOSI</i>
Formazioni	Depositi lacustri e glaciolacustri

Unità "B"	<i>GHIAIA DEBOLMENTE SABBIOSA E SABBIE: Depositi in prevalenza ghiaiosi grossolani, con scarsi livelli sabbiosi, sciolti.</i>
Formazioni	Alluvioni attuali e recenti Depositi legati all'attività di conoidi torrentizi e da "debris-flow" Detrito di versante

Unità "C"	<i>GHIAIA E SABBIA IN MATRICE LIMOSA: Depositi in prevalenza formati da ghiaie sabbiose e sabbie in abbondante matrice limo – argillo – sabbiosa.</i>
------------------	---

Formazioni	Depositi fluvioglaciali ed alluvionali terrazzati Depositi glaciali Accumuli gravitativi antichi "Paleofrane"
-------------------	---

Rimandando alla visione del profilo geotecnico per una puntuale rappresentazione dei dati raccolti ed elaborati, va sottolineato che per quanto riguarda la stratigrafia superficiale *soltanto le unità B e C interessano direttamente il tracciato.*

8.6.1 UNITA' "A": ARGILLE LIMOSE E LIMI SABBIOSI

Si tratta di argille limose e limi con livelli o lenti sabbiose, talora contenenti clasti ghiaiosi o qualche ciottolo, molto addensati. Le analisi granulometriche indicano una percentuale di limo di superiore al 50%, sabbia intorno al 40% e per il restante 1 - 3% ghiaia.

8.6.2 UNITA' "B": GHIAIE DEBOLMENTE SABBIOSE E SABBIE

Corrisponde alle "Alluvioni attuali e recenti" presenti nei fondovalle. Si tratta di depositi in prevalenza ghiaiosi grossolani, ciottoli e blocchi con scarsi livelli sabbiosi, sciolti. Le analisi granulometriche riportano ghiaie e ciottoli in percentuale del 40% ÷ 70%, sabbia per circa il 15 - 30% e limo 10% ÷ 20%.

8.6.3 UNITA' "C": GHIAIE E SABBIE IN MATRICE LIMOSA

Corrisponde ai "Depositi fluvioglaciali ed alluvionali terrazzati" e ai "Depositi glaciali" inclusi nella stessa unità per le simili caratteristiche geotecniche. Si tratta di ghiaie sabbiose e sabbie in abbondante matrice limoso-sabbiosa, localmente cementate. Le granulometrie riportano percentuali di ghiaia variabili tra il 40% e il 70%, sabbie fra il 20% e il 30% e limo fra il 10% e il 20%. L'unità interessa in maniera diffusa l'intero tracciato.

Gli strumenti d'indagine principali ai fini della caratterizzazione di tali unità, sono risultati essere le prove penetrometriche SPT, i sondaggi e le prove di laboratorio. In particolare, nei terreni presenti, le prove SPT hanno fornito per lo più risultati a rifiuto e quindi sono state considerate ai fini dell'elaborazione soltanto le prove portate a termine secondo le raccomandazioni AGI.

I terreni interessati dal tracciato sono, come visto, di tipo prevalentemente incoerente, caratterizzati da due termini principali: ghiaie e sabbie con matrice limosa. La frazione fine,

presente in buona parte (superiore al 50%) nell'unità "A" e in misura minore (10% ÷ 20%) nelle unità "B" e "C", è costituita prevalentemente da limo, mentre l'argilla è presente in percentuale massima del 5%. La componente limosa fornisce una debole plasticità ai depositi (in generale $IP < 10\%$) e, soprattutto in corrispondenza dell'unità "C", unita alla natura calcarea degli elementi granulari, contribuisce alla cementazione degli strati superficiali.

8.6.4 PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO (VALORI CARATTERISTICI)

La caratterizzazione dei terreni presenti lungo i tracciati è stata ottenuta mediante l'analisi delle informazioni deducibili da:

- raccolta e analisi delle stratigrafie dei sondaggi eseguiti nelle campagne di indagini geognostiche svolte;
- interpretazione ed analisi delle prove di laboratorio eseguite su campioni di terreno, indisturbato e non, prelevati nei sondaggi a carotaggio continuo;
- confronto dei risultati ottenuti dalla caratterizzazioni di materiali simili in contesti analoghi in aree diverse.

I dati disponibili sono stati suddivisi in funzione dell'unità litostratigrafiche di appartenenza.

Si sottolinea che i valori dei parametri geotecnici trattati nel seguito sono da intendersi come valori caratteristici, i valori di progetto saranno scelti di volta in volta dal progettista delle opere.

Le analisi fin qui condotte hanno evidenziato spesso che i dati ottenuti con le diverse correlazioni risultano sovrastimati; per la scelta dei parametri geotecnici di riferimento, si è scelto di operare in modo conservativo e cautelativo, ovvero dare maggior peso alle fasce più basse degli intervalli individuati.

Per quanto riguarda lo strato superficiale di riporto/vegetale è stata fornita una parametrizzazione geotecnica prevalentemente basata sull'esperienza, in quanto non sono state svolte prove specifiche. Inoltre va considerato che per la natura delle opere in progetto, tale livello, qualora presente, viene asportato, proprio a causa delle sue scarse caratteristiche di resistenza e deformabilità.

8.6.5 Caratteristiche Fisiche

Granulometria

Ottenuta esclusivamente dalle analisi granulometriche per setacciatura e sedimentazione

eseguite in laboratorio.

Unità	Ghiaia %	Sabbia %	Limo+Argilla %
A	2	40	58
B	65	21	14
C	55	25	20

Peso di volume

Unità	γ (KN/m ³)
A	20-22
B	19-20*
C	19-20*

* valore stimato

Limiti ed indici di consistenza

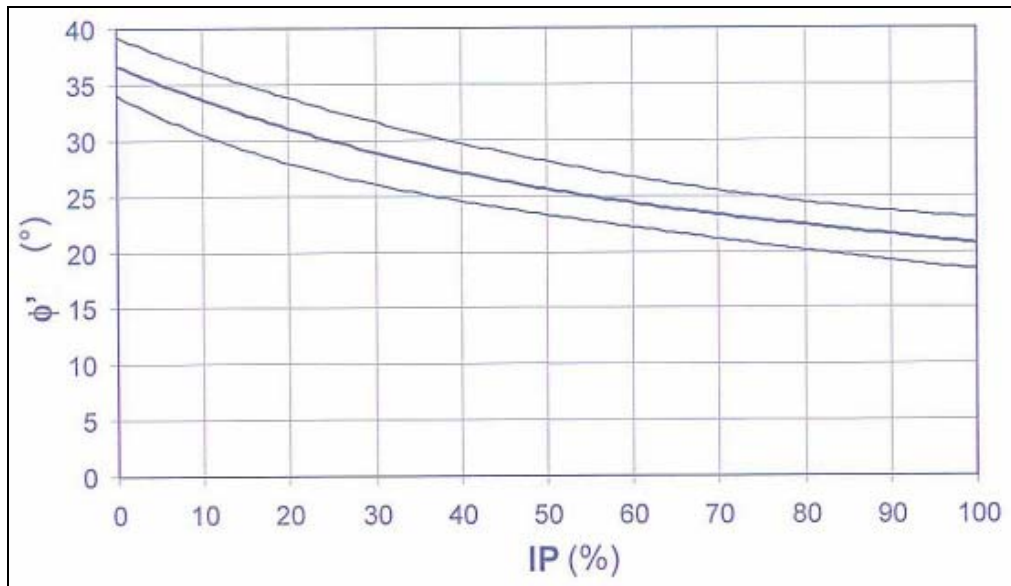
Sono stati ottenuti mediante le prove di laboratorio

Unità	W _L %	W _p %	IP %
A	23	14	9
B	n.d.	n.d.	n.d.
C	30	17	13

8.6.6 Parametri di resistenza

Angolo d'attrito interno efficace (φ')

Per la determinazione dell'angolo di attrito interno efficace sono stati utilizzati i dati delle prove SPT E dalla correlazione empirica tra l'indice di plasticità (IP) e l'angolo d'attrito interno efficace, proposta da Jamiolkowski et al. Nel 1979, riportata nella figura seguente.



Unità	Da SPT (°)	Da IP (°)	Riferimento (°)
A	n.d.	n.d.	25
B	35÷40	n.d.	35÷38
C	32÷40	30-33	35÷40

Non sono stati riportati i valori di angolo d'attrito interno ottenuti dalle prove SPT per l'Unità A) poiché non sono affidabili per i terreni coesivi.

Coazione efficace (c')

Data la natura prevalentemente incoerente (ovvero privi di coazione) dei terreni analizzati, e l'assenza di dati sperimentali per la determinazione di questo parametro, i valori proposti sono da intendersi stimati. Solo per l'unità A sono a disposizione delle prove qu-ELL che hanno determinato il valore di coazione non drenata

Unità	Riferimento (KPa)
A	45 (Cu)
B	0÷5
C	0÷5

8.6.7 Parametri di deformabilità

Modulo elastico (E)

Per la determinazione di questo parametro, sono stati utilizzati i numerosi dati ottenuti dalle sole prove SPT.

Si sottolinea che i valori di modulo elastico proposti si intendono operativi per le tipologie di terreni interessati e di opere in progetto, ovvero l'intervallo di deformazioni atteso è del tipo a grandi deformazioni (> 0.1%), e non a piccole deformazioni (0.01%).

Unità	Da SPT (MPa)	Riferimento (MPa)
A	30÷50	30
B	50÷110	50÷100
C	40÷110	50÷110

8.6.8 Sintesi dei parametri di riferimento (valori caratteristici)

La parametrizzazione geotecnica adottata per le tre unità risulta quindi la seguente:

Unità	γ_s (KN/m ³)	c_u (Kpa)	φ' (°)	c' (Kpa)	Dr (%)	E (MPa)
A	20-22	35-45	25			
B	19-20		35-38	0-5	60	50-100
C	19-20		35-40	0-5	90-100	50-110

Le prove di permeabilità misurate all'interno dei depositi hanno evidenziato valori del coefficiente k dell'ordine di 10^{-6} m/s, indice di un grado di permeabilità medio-bassa.

8.6.9 OPERE GEOTECNICHE

Nel seguito vengono evidenziati alcuni aspetti progettuali geotecnici per opere principalmente in terra.

Tracciato in rilevato

Le caratteristiche di portanza dei sedimenti di fondazione risultano buone, come già evidenziato nel corso della relazione. Quindi, previo scotico dello strato vegetale superficiale e compattazione del piano di posa, si potrà impostare direttamente il corpo del rilevato sui terreni in sito che risultano essere di categoria A1, A3 o A2-4.

Nel caso in cui, localmente, si riscontrasse la presenza di terreni non rientranti in tali categorie, dovranno essere eseguite locali bonifiche per sostituzione con materiali dei gruppi A1, A2, A3 idonei per uno spessore di 30 cm previa la stesa di un geotessuto tra il sottofondo stesso ed il futuro rilevato.

La funzione del geotessile è come noto triplice ed in particolare:

- di evitare la contaminazione del materiale inerte da parte delle particelle fini costituenti il sottofondo;
- di ripartire omogeneamente il carico del rilevato sul sottofondo;
- di svolgere funzione di anticapillare qualora, in condizioni di morbida, la falda interessasse il sottofondo stesso.

Indirettamente l'interposizione del geotessuto svolge poi un ruolo ecologico, infatti, grazie alle sue caratteristiche migliorative del rilevato, consente di contenere enormemente le bonifiche per sostituzione con materiale inerte. Ciò limita l'utilizzo di materiali naturali pregiati, limitando quindi l'attività estrattiva.

Lo strato vegetale di copertura, secondo le indagini effettuate, risulta in generale variabile tra 40 e 70 cm. Solo localmente si possono trovare strati di materiale di riporto di alcuni metri in corrispondenza delle zone urbanizzate.

Nel caso di rilevati impostati su pendii naturali (pendenza $> 1/5$), lo scortico avverrà con gradonatura del pendio, con la realizzazione di banche suborizzontali (inclinazione $< 5^\circ$), così come definito nella tavola "Sezioni tipologiche" del progetto stradale.

In merito alla stabilità delle scarpate del rilevato stradale, va detto che esse avranno, in generale, una pendenza pari a $2/3$ e, ove il rilevato risultasse essere di altezza superiore a 5.0 m, si provvederà alla realizzazione di una o più berme intermedie di larghezza pari a 2.5 m in funzione dell'altezza. Si sottolinea altresì che nel caso di rilevati realizzati in corrispondenza di scarpate naturali, verifiche di stabilità condotte secondo il metodo dell'equilibrio limite nella formulazione di Janbu indicano condizioni di stabilità superiori alle condizioni limite di equilibrio ma insufficienti a garantire la sicurezza secondo le normative vigenti. In questi casi, infatti, il sistema manufatto-terreno, porta alla creazione di scarpate la cui altezza ed inclinazione risultano troppo elevate per garantirne la stabilità.

In questi casi il progetto prevede l'arretramento del ciglio del rilevato e la realizzazione di muri di sostegno in cemento armato o in terra rinforzata.

In muri in terra rinforzata avranno paramento a vista inclinato di 65° rispetto all'orizzontale e saranno costituiti da strati di geogriglie monorientate in HDPE o altro prodotto equivalente, di resistenza opportuna. La resistenza delle geogriglie sarà in funzione delle caratteristiche geometriche del rilevato, delle caratteristiche geomeccaniche del terreno, dei carichi agenti sul rilevato stesso e di eventuali sollecitazioni sismiche. La resistenza massima a trazione, secondo la norma EN ISO 10319, dovrà essere non inferiore ai valori di seguito riportati per le varie classi di altezza:

- da 45 a 60 kN/m per altezze fino a 3,00 m;
- da 45 a 90 kN/m per altezze oltre i 3,00 m fino a 6,00 m;
- da 60 a 120 kN/m per altezze oltre i 6,00 m fino a 9,00 m;
- da 90 a 160 kN/m per altezze oltre i 9,00 m.

In generale lo schema di intervento prevede quanto segue:

Sul fronte esterno del manufatto viene posizionata una rete metallica elettrosaldata (maglia 15x15 cm e diametro $\phi = 6-8$ mm), opportunamente sagomata, con la funzione di cassero guida, a perdere. La geogriglia, oltre ad essere stesa orizzontalmente, deve essere risvoltata attorno alla facciata (tecnica del "wrap around") chiudendo frontalmente il materiale di riempimento. Allo scopo di contenere il terreno vegetale sul fronte esterno, evitandone il dilavamento, è necessaria la posa di un biotessile preseminato, costituito da fibre cellulosiche (100% viscosa). Al fine di garantire l'inerbimento della scarpata è necessario utilizzare in prossimità della facciata almeno 0,30 m di terreno di coltura. La stesura del terreno di riempimento deve avvenire per strati di spessore complessivo non superiore a 0,65 m, stendendo e compattando in duplice tornata per uno spessore di circa 0,30-0,35 m, fino ad una costipazione non inferiore al 95% dello Standard Proctor.

Per le porzioni di rilevato poste a ridosso dei manufatti (spalle dei viadotti, scatolari ecc..) è prevista la realizzazione di un consolidamento a cemento dei terreni al fine di evitare assestamenti e l'eventuale formazione di localizzate variazioni altimetriche longitudinali del tracciato stradale. La stabilizzazione dei terreni, con l'introduzione di una percentuale di cemento, consentirà di evitare gli inconvenienti legati alle difficoltà di compattazione con mezzi meccanici a ridosso dei manufatti precedentemente realizzati.

Per lo schema di intervento si rimanda alle sezioni tipologiche stradali.

8.7 *Tracciato in trincea*

Le caratteristiche geotecniche dei depositi interessati dalle tratte di tracciato in trincea, sono del tutto compatibili con la pendenza (2/3) con cui si intendono realizzare le scarpate della trincea stessa, fatto salvo la necessità, ove l'altezza di queste superi i 5.0 m, di realizzare una berma intermedia.

Nei casi in cui la realizzazione di tale geometria non fosse possibile o richiedesse sbancamenti di notevole impatto, o altresì si verificasse la presenza, in fase di scavo, di lenti o livelli di terreno di caratteristiche geotecniche scadenti, sarà necessario ricorrere ad opere di sostegno. In fase costruttiva si valuterà infine se vi è la necessità della posa in opera di geostuoie ed idrosemina al fine di favorire l'inerbimento delle scarpate.

In merito alle operazioni di bonifica del sedime stradale si rimanda a quanto esposto nel paragrafo precedente.

8.8 Viadotti

L'indicazione della tipologia di fondazione delle spalle e delle pile dei viadotti, richiede un grado di conoscenza delle caratteristiche geotecniche locali dei terreni al momento non disponibile. Infatti, la scelta della tipologia del tipo di fondazione, che può essere diretta superficiale o profonda su pali o pozzi strutturali, dipende del tipo e dalle dimensioni del viadotto, e soprattutto dalle caratteristiche geotecniche locali in termini di stratigrafie puntuali. Nelle successive fasi progettuali, con a disposizione delle indagini geognostiche integrative, sarà prodotto un modello geotecnico di riferimento, sulla base del quale potranno essere progettati i viadotti previsti.

8.9 SISMICA

8.9.1 Classificazione Sismica

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003 recante *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"* è stata introdotta una nuova classificazione sismica del territorio nazionale articolata in quattro zone a diverso grado di sismicità espresso dal parametro a_g (accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A).

I valori convenzionali di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed assumono i valori riportati nella tabella sottostante.

Zona	Valore di a_g
1	0.35g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

Le zone 1, 2 e 3 possono essere suddivise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto a quelli riportati nella tabella e intervallati da valori non minori di 0,025. In tal caso, i vari territori saranno assegnati alle sottozone in base ai valori di a_g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni.

Con la D.G.P. n. 2813 del 28/10/03 la Giunta Provinciale ha recepito la classificazione sismica dei comuni della Provincia di Trento come proposta dalla OPCM n. 3274 e riportata in figura; lo stesso vale per la Regione Veneto la quale ha recepito l'Ordinanza 3274 con DGR n. 67 del 03/12/2003.

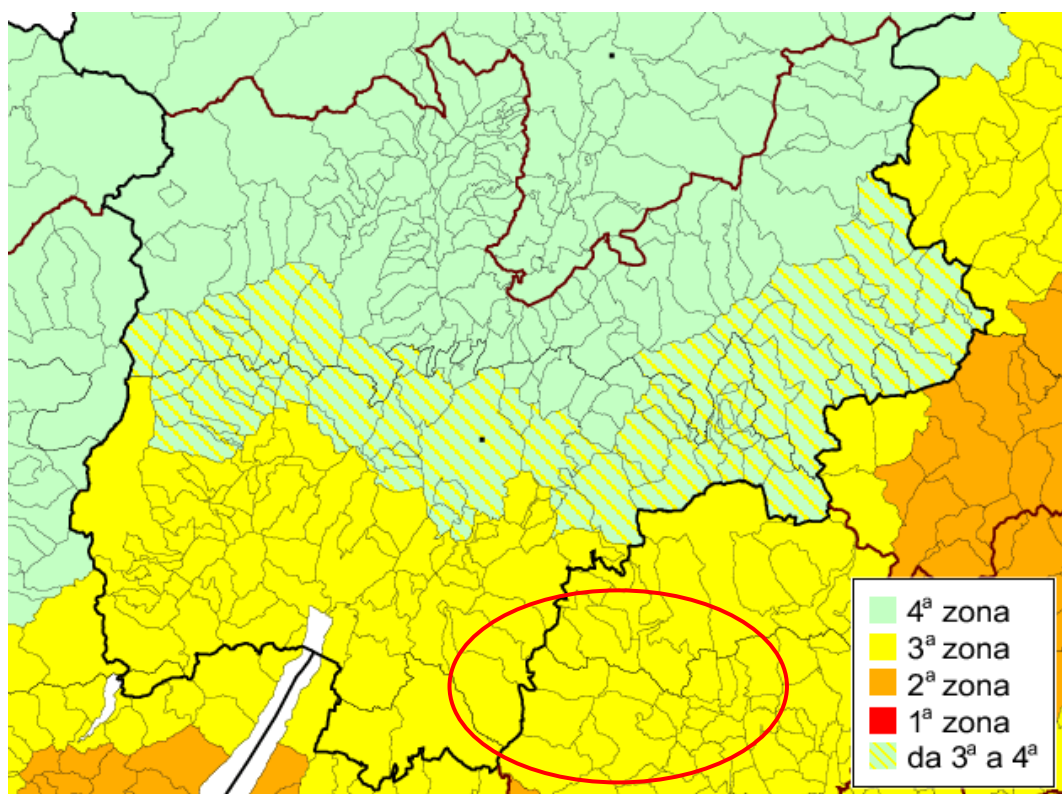


Figura 36 – Mappa delle zone sismiche del territorio interessato dal progetto in esame

Come visualizzato nella tabella sotto riportata tutti i comuni interessati dal tracciato in esame ricadono in zona sismica 3.

Comune	Zona
--------	------

Besenello	3
Calliano	3
Cogollo Del Cengio	3
Folgaria	3
Lastebasse	3
Lavarone	3
Nomi	3
Pedemonte	3
Piovene Rocchette	3
Rotzo	3
Valdastico	3
Velo D`Astico	3

Tabella 21 – Classificazione sismica dei comuni interessati dal tracciato in esame

Nel corso del 2006 una nuova Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" ha adottato la mappa di pericolosità sismica MPS04 (Figura 36) quale riferimento ufficiale ed ha definito i criteri nazionali che ciascuna Regione deve seguire per l'aggiornamento della classificazione sismica del proprio territorio. Questo strumento normativo, per la prima volta, ha portato a valutare la classificazione sismica del territorio secondo parametri sismologici svincolati dal solo criterio politico del limite amministrativo utilizzato fino a quel momento.

Con Delibera n. 71 del 22 gennaio 2008 la Giunta Regionale del Veneto prende atto dei criteri generali di classificazione delle zone sismiche, allegati all'O.P.C.M. 28 aprile 2006, n. 3519 recante, "*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*", pubblicata nella G.U. dell'11 maggio 2006, n. 108 e della mappa di pericolosità sismica di riferimento su scala regionale, allegato A) alla DGR n. 71/2008 (Figura 37).

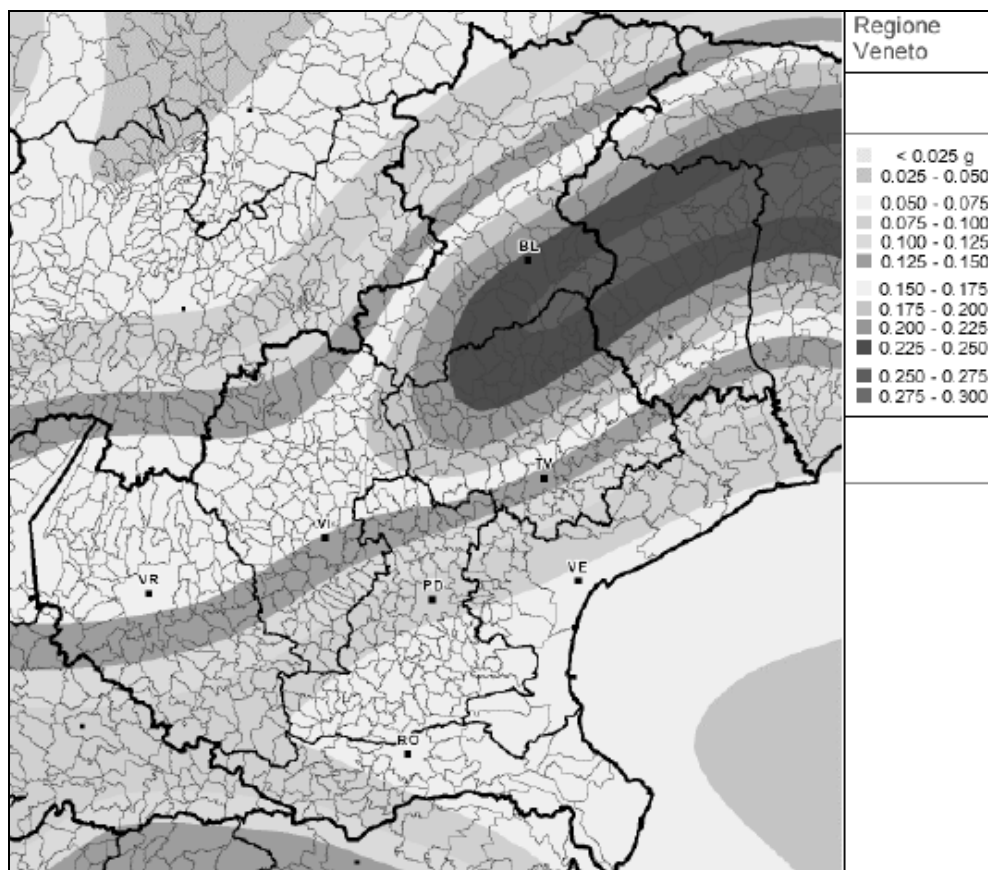


Figura 37 – Mappa di Pericolosità sismica della Regione Veneto (Allegato A alla Dgr n. 71 del 22/01/2008) espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, All. 2.3.1)

Per gli aspetti amministrativi è confermata la classificazione sismica dei Comuni del Veneto di cui all'elenco (Allegato I) della Delibera di Consiglio Regionale n.67/03.

Tale suddivisione in zone del territorio è rimasta in vigore ai soli fini “amministrativi”, cioè per l’individuazione dell’obbligatorietà della progettazione sismica. Ai fini della progettazione stessa, infatti, le Norme Tecniche per le costruzioni del D.M. 14-01-2008 hanno modificato le modalità di valutazione delle azioni di progetto.

Alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale il 4 febbraio 2008, è allegato, infatti, un documento sulla pericolosità sismica (Allegato A), che prevede che l’azione sismica di riferimento per la progettazione (paragrafo 3.2.3) venga definita sulla base dei valori di pericolosità sismica di base, più semplicemente chiamata pericolosità sismica.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle N.T.C., dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento; cfr. Figura 38, Tr 475 anni), i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

La figura riporta i valori di pericolosità sismica secondo l'OPCM 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b per l'area in esame. Nella mappa vengono rappresentati i valori medi (con deviazione standard) corrispondenti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni) della PGA (acronimo di Peak Ground Acceleration). Dalla figura è possibile evincere che l'area in oggetto ha una PGA dell'ordine di 0.075 - 0.175g.

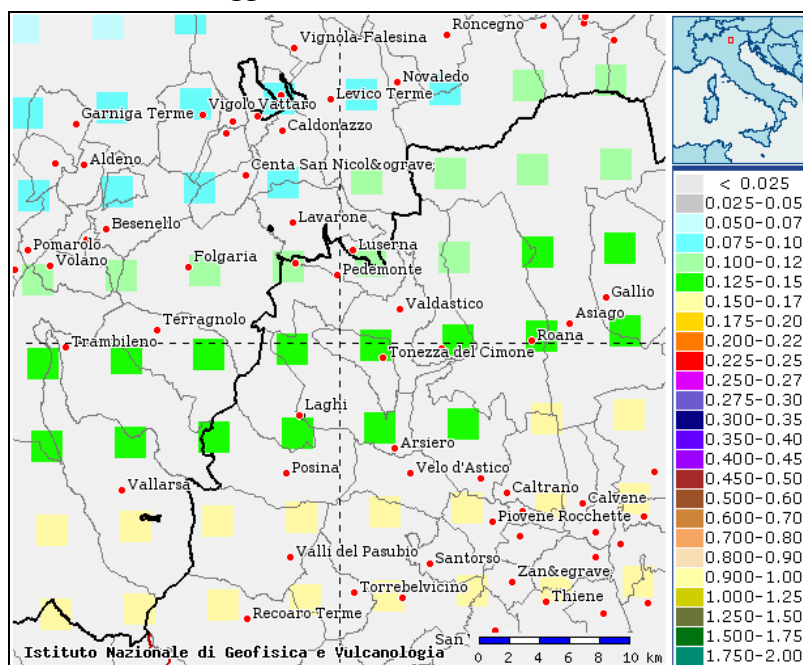


Figura 38 - Valori di pericolosità sismica (OPCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b) espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, le NTC 2008 definiscono 7 categorie in cui suddividere i terreni d'imposta in base ai valori di velocità delle onde sismiche trasversali nei primi 30 m sotto il piano di posa della fondazione (V_{s30}) (Tabella 22).

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fine).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabella 22 – Classificazione dei suoli

La velocità delle onde sismiche trasversali nei primi 30 m sotto il piano di posa della fondazione (V_{s30}) è definita come:

$$V_{s30} = 30 / S_i = 1, N_{hi} / V_i$$

dove h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato_{iesimo}, entro i 30 m dalla fondazione.

Considerando i risultati delle indagini geognostiche disponibili in questa fase si evince che i terreni interessati dalla infrastruttura in esame, fatto salvo per lo strato di terreno vegetale da asportare prima della costruzione della stessa, appartengono alle categorie B e C del suolo di fondazione. Per il calcolo degli spettri di risposta elastici di riferimento relativi ai diversi stati limite è stata considerata, in maniera precauzionale, la categoria C.

8.9.2 Pericolosità sismica dell'area interessata dal tracciato

La pericolosità sismica è lo strumento di previsione delle azioni sismiche attese in un certo sito su base probabilistica. Più precisamente è la probabilità che un valore prefissato di pericolosità, espresso da un parametro di moto sismico al suolo (ad esempio l'accelerazione massima) o da un grado di intensità macrosismica, venga superato in un sito dato (o in un insieme di siti) entro un dato periodo di tempo. La pericolosità sismica può essere pertanto rappresentata attraverso due indicatori:

- l'accelerazione orizzontale massima del terreno a_g ;
- l'intensità macrosismica.

Per quanto attiene la definizione della pericolosità sismica attraverso l'accelerazione orizzontale massima del terreno a_g , nel 2004 è stata elaborata la nuova mappa di pericolosità sismica del territorio italiano. In particolare la mappa definisce localmente i livelli di accelerazione massima su suolo roccioso (suolo di categoria A, $V_{s30} > 800$ m/s) con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni, ovvero un periodo di ritorno pari a 475 anni. Con riferimento al suddetto elaborato i territori comunali percorsi dal nuovo tracciato autostradale ricadono in un'area caratterizzata da un valore di a_g compreso tra 0.075g e 0.175g.

Per avere una quadro completo della pericolosità sismica è necessario considerare anche il secondo parametro, ossia l'intensità macrosismica. L'intensità macrosismica (MCS) rappresenta, in un certo senso, le conseguenze socio-economiche di un evento sismico; descrivendo, infatti, il grado di danneggiamento causato dai terremoti; una carta di pericolosità in intensità macrosismica si avvicina, con le dovute cautele derivate da diverse approssimazioni insite nel parametro intensità, al concetto di rischio sismico.

La sismicità dell'area interessata dal progetto in esame è di livello basso, sia per quanto riguarda l'attività locale che il risentimento di eventi distanti: nel territorio attraversato dalla strada di progetto non si conoscono eventi catastrofici.

Dalla consultazione del DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del Catalogo Parametrico CPTI04 (sito internet: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04>), è stato osservato che la massima intensità macrosismica stimata nel territorio interessato dal progetto in esame è pari al V-VI grado MCS; tale intensità è stata risentita nei comuni di Folgaria e Lastebasse in occasione del terremoto del Friuli del 06 maggio 1976 (MW=6.43), e nel comune di Pedemonte in occasione del terremoto del 13/09/1989 con epicentro a Pasubio (Mw=4.96).

Per un maggior approfondimento sono state valutate le Massime intensità macrosismiche a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA; tali intensità macrosismiche vengono rappresentate in figura. (*“Massime Intensità macrosismiche osservate nei comuni della Regione Veneto”*, Molin, Stucchi, Valensise) e in figura (*“Massime Intensità macrosismiche osservate nei comuni della Regione Trentino Alto-Adige”*, Molin, Stucchi, Valensise).

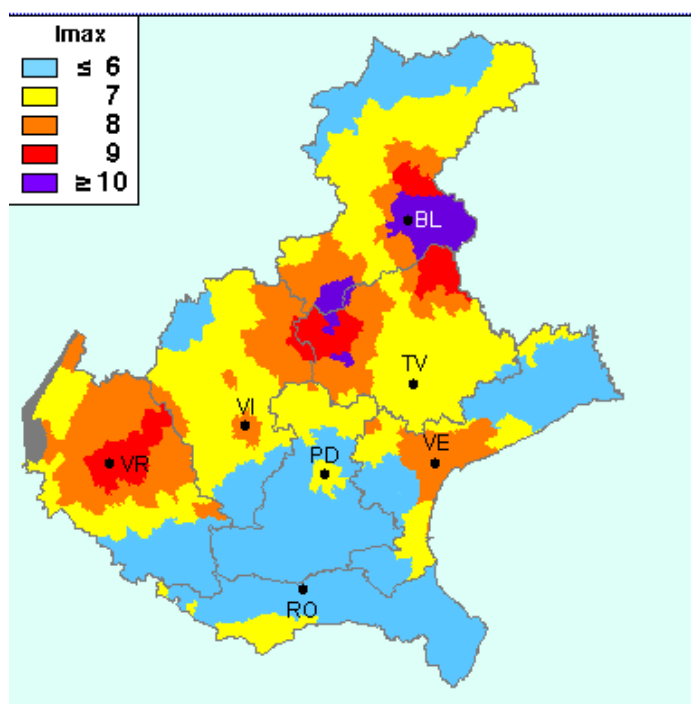


Figura 39 – Massime intensità macrosismiche osservate nella regione Veneto valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA (Elaborato per il DPC a cura di D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise).

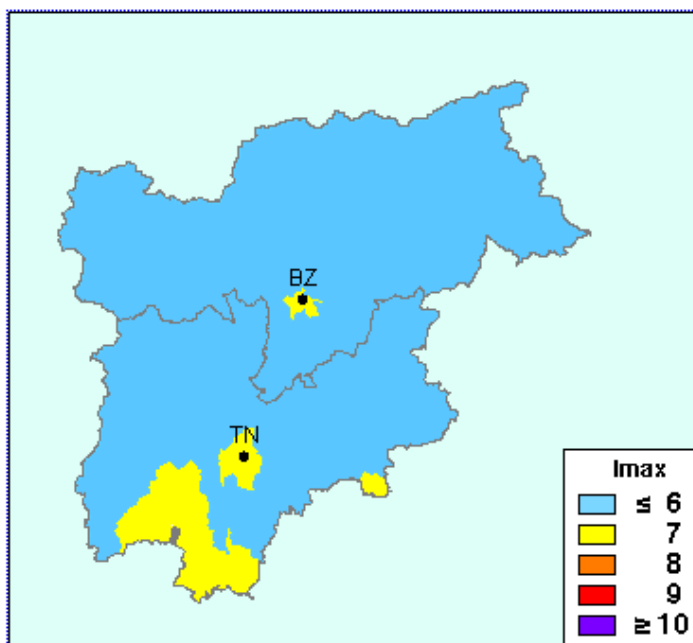


Figura 40 - Massime intensità macrosismiche osservate nella regione Trentino Alto-Adige valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA (Elaborato per il DPC a cura di D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise).

Con riferimento alle suddette figure ed alla Tabella 23 sotto riportata la massima intensità macrosismica osservata nei comuni interessati dal progetto in esame è $I_{max} \leq 6$ MCS a meno dei comuni di Cogollo Del Cengio, Piovene Rocchette e Velo D'Astico in cui I_{max} è uguale a 7 MCS.

Come si può osservare tali valori delle Massime Intensità Macrosismiche risultano superiori rispetto ai valori riportati nel DBMI04.

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	I_{max}
COGOLLO DEL CENGIO	5	24	32	45.78599	11.42133	7
LASTE BASSE	5	24	50	45.91498	11.27200	≤ 6
PEDEMONTE	5	24	76	45.90767	11.31146	≤ 6
PIOVENE ROCCHETTE	5	24	78	45.76034	11.43448	7
ROTZO	5	24	89	45.86348	11.40020	≤ 6
VALDASTICO	5	24	112	45.88529	11.36256	≤ 6
VELO D'ASTICO	5	24	115	45.78802	11.36650	7
BESENELLO	4	22	13	45.94006	11.10954	≤ 6
CALLIANO	4	22	35	45.93331	11.09503	≤ 6
FOLGARIA	4	22	87	45.91555	11.17036	≤ 6
LAVARONE	4	22	102	45.93714	11.27452	≤ 6
NOMI	4	22	128	45.92846	11.07382	≤ 6

Tabella 23 – Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni interessati dal tracciato in esame

Relativamente alle Massime intensità macrosismiche valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA (Elaborato per il DPC a cura di D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise) va sottolineato che ad

ogni comune è stato associato un valore di intensità massima osservata oppure "ponderata", espresso in una delle cinque classi seguenti: ≤ 6 , 7, 8, 9, ≥ 10 e che non si è ritenuto utile differenziare i valori al di sotto del 6 grado ed al di sopra del 10. I valori intermedi sono stati associati alla classe superiore (es.: 6/7 è stato considerato equivalente a 7); questa scelta, unitamente a quella di associare all'intero territorio comunale il valore massimo di intensità osservata in almeno una località appartenente al comune stesso e di assegnare un valore "ponderato" nei casi in cui il *record* storico è molto incompleto, determina una rappresentazione tendenzialmente "pessimista" degli effetti dei terremoti del passato.

8.9.3 Azione sismica locale

La valutazione della pericolosità sismica locale è stata effettuata utilizzando la procedura indicata nelle NTC/2008 e nella successiva Circolare n°617/2009. In tal senso la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_s > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nell'Allegato B delle NTC/2008. Più precisamente la pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in tale sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.

Il suddetto lasso di tempo è denominato "periodo di riferimento" V_R , mentre la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" P_{V_R} . Il periodo di riferimento V_R è dato per ciascun tipo di costruzione dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N * C_U$$

V_N = vita nominale della costruzione

C_U = coefficiente d'uso dipendente dalla classe d'uso dell'opera

In particolare la vita nominale di una costruzione V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo alla quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.1 dell'Allegato A delle NTC 2008 (Tabella 24) e deve essere precisata nei documenti di progetto.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tabella 24 – Vita Nominale V_N per diversi tipi di opere da NTC 2008

Il coefficiente d'uso C_u esprime la Classe d'uso nella quale sono suddivise le opere, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso.

In presenza di Azioni Sismiche, le costruzioni sono suddivise in quattro classi d'uso, la cui definizione

viene di seguito sinteticamente riportata:

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli;
- Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, industrie con attività non pericolose;
- per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti;
- Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso provochi conseguenze rilevanti;
- Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente, reti viarie di tipo A o B (come definite nel D.M. 5 novembre 2001 n.6792) importanti per il mantenimento delle vie di comunicazione, dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Sulla base di quanto indicato nelle normative per le opere in progetto si assume $V_N \geq 100$ anni (grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica) e una classe d'uso IV a cui corrisponde un valore di C_u pari a 2 (Tabella 25).

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 25 – Parametri per il calcolo del coefficiente d'uso da NTC 2008

e quindi si ottiene il seguente periodo di riferimento:

$$V_R = 200 \text{ anni}$$

In particolare nella classe d'uso IV sono comprese costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità; industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente; reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e del tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strada di tipo A o B; ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico; dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per quanto riguarda le probabilità P_{VR} di superamento nel periodo di riferimento V_R esse variano al variare dello stato limite considerato. In particolare i valori cui riferirsi per individuare l'azione sismica sono riportati nella Tabella 26.

STATO LIMITE		P_{VR} - Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati Limite di Esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati Limite Ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 26 – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato da NTC 2008

Dove:

SLO = Stato Limite di Operatività: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

SLD = Stato Limite di Danno: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

SLV = Stato Limite di Salvaguardia della Vita: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte di resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli nei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Fissato il periodo di riferimento V_R e la probabilità di superamento P_{VR} il periodo di ritorno T_R si ricava mediante l'espressione

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 = valore massimo di fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

9 ELEMENTI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Al fine di definire i principi e le specifiche operative da mettere in opera per l'indagine sulle componenti ambientali si è redatto un piano di monitoraggio ambientale. Nel presente paragrafo si riporta una breve descrizione dello studio eseguito.

Tra le varie componenti ambientali studiate, si è ritenuto necessario concentrare l'attenzione sulle matrici: acque, aria, suolo e sottosuolo, inquinamento acustico e vibrazionale, flora fauna vegetazione ecosistemi, gestione delle terre e rocce da scavo e stato fisico dei luoghi.

Non sono state invece trattate quelle componenti ambientali che, pur necessarie ad una trattazione compiuta del sistema fisico investigato, non presentano un rilievo significativo rispetto al contesto naturale ed insediativo; tra queste si fa esplicito riferimento all'inquinamento elettromagnetico, stante la valenza preminentemente trasportistica dell'infrastruttura con limitati aspetti impiantistici.

Il documento che tratta gli elementi preliminari dei sistemi di monitoraggio ambientale è stato redatto sulla base delle linee guida del ministero dell'ambiente secondo criteri e metodi consolidati nella pratica degli accertamenti ambientali, e costituisce un compendio di un'ampia serie di documenti, mutuati dal complesso degli elaborati progettuali e dalle indicazioni dello studio di impatto ambientale.

La ricostruzione del quadro di riferimento ambientale contenuta nello SIA, rappresenta infatti uno strumento metodologico e bibliografico di estrema importanza nella comprensione del contesto, così come relazionato alle esternalità ambientali prodotte dall'opera.

Il monitoraggio ambientale prodotto per il collegamento autostradale A31 Valdastico nella tratta tra Piovene Rocchette e Besenello, riassume tra i suoi indirizzi ed obiettivi, un'ampia serie di considerazioni che le varie professionalità coinvolte nella stesura dello studio di impatto ambientale hanno rilevato rispetto all'interazione tra alcuni aspetti dell'infrastrutturazione del territorio e lo stato di conservazione delle matrici ambientali.

Il compendio di questi rilevati, combinati alla sensibilità ambientale di un occhio esperto, hanno portato alla sintesi di quelle criticità da assumersi a fondamento di una campagna di indagini ad hoc.

Il piano di monitoraggio persegue le seguenti tre finalità:

- Verifica dell'adeguatezza e del corretto dimensionamento delle soluzioni progettuali di mitigazione e compensazione (barriere acustiche, opera a verde, opere idrauliche etc.);
- Verifica della corretta gestione delle fasi operative di realizzazione dell'infrastruttura (corretta pratica ambientale di cantiere);
- Osservazione dei parametri di stato della componente ambientale attenzionata (valutazione di occorrenze impreviste in fase di progettazione e di studio di impatto).

Ciò ha portato alla definizione di strategie differenziate nella stesura delle campagne di indagine, volte a cogliere gli aspetti più sensibili della progettualità esaminata, ma anche a recepire tutti gli indirizzi procedurali e normativi validi in materia di diritto ambientale, sia a scala nazionale sia a livello delle singole amministrazioni locali.

L'intervento si profila nell'ambito di un ambiente profondamente connotato nei suoi tratti paesaggistici ed ambientali; il tracciato si insinua entro l'incisione valliva del torrente Astico, nell'ambito geografico compreso tra le province di Vicenza e Trento, a rappresentare una sorta di cerniera tra gli altopiani dei sette comuni e quello di Folgaria e Lavarone.

In tal senso, il mantenimento di ampi raggi di curvatura in un tracciato fortemente incassato nei recessi di fondovalle, si è tradotto in un approccio progettuale che ha privilegiato il ricorso ad opere sotterranee (gallerie naturali ed artificiali), il che ha costretto gli indirizzi di investigazione ambientale a privilegiare le componenti connesse ad aspetti più geologici e morfologici, ed in particolare rispetto all'idrogeologia, l'idrologia, e la stabilità dei versanti. Merita poi una particolare attenzione la definizione delle strategie di gestione connesse alle terre e rocce da scavo, gravate da oneri normativi e regolamentari piuttosto complessi; la volontà di garantire e certificare il rispetto dei loro gravami tecnici e procedurali ha imposto l'approntamento di una strategia puntuale di registrazione, volta a consuntivare in maniera chiara la movimentazione dei flussi materiali e a caratterizzarne i tratti chimico fisici, escludendo il loro possibile pregiudizio ed il loro eventuale declassamento a rifiuti.

Tale aspetto, vista la sensibilità del tema trattato e la criticità legata ad un bilancio terre fortemente in esubero (circa 7.000.000 di mc), non può che ripercuotersi sullo stato delle altre componenti ambientali, determinando la forzante degli accertamenti previsti dal PMA. E' infatti indubbio, quanto il complesso dei rilievi, in campo pedologico, atmosferico, paesaggistico, naturalistico ed idraulico siano incentrate a valutare gli effetti prodotti dalla movimentazione, trattamento ed abbancamento del materiale di scavo, in particolar modo rispetto alla rete dei "siti di deposito temporanei", ed alla viabilità di cantiere.

Resta da sottolineare la criticità connessa alla difficile integrazione delle prescrizioni ambientali edotte dalle reti di monitoraggio della Regione Veneto e della Provincia Autonoma di Trento.

Secondo le linee guida del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, le reti di acquisizione istituite ad hoc per la caratterizzazione dei territori interessati dalla costruzione di infrastrutture dovranno essere integrate a quelle predisposte dalle autorità locali nelle vesti delle agenzie regionali e provinciali per la protezione ambientale (ARPA, APPA).

Ciò determina l'omogeneizzazione di contenuti informativi a quelli predisposti a livello locale, il che si è tradotto nella definizione di criteri temporali e spaziali di accertamento non esenti da condizionamenti extraprogettuali.

10 ESPROPRI

Con il termine espropriazioni s'intende tutto ciò che attiene al raggiungimento della disponibilità delle aree, ivi inclusa la demolizione dei fabbricati e manufatti presenti sulle aree che risultassero interferenti con le opere di progetto.

In questa fase progettuale si è proceduto alla stima dell'ingombro delle opere ed a seguito di mirati sopralluoghi si è verificato lo stato di consistenza delle aree e particolari situazioni quali la vicinanza ad aree edificate, ad attività commerciali, nonché la presenza di colture di pregio come vigneti e frutteti.

Infine è stato valutato un onere prevedibile complessivo indicato tra le somme a disposizione del quadro economico.

La normativa di riferimento è rappresentata dal D.P.R. 8 giugno 2001 nr. 327 e s.m.i. unitamente alla costante giurisprudenza della Suprema Corte di Cassazione, tra cui la recente sentenza n. 181 del 10 giugno 2011 relativa all'applicabilità dei Valori Agricoli Medi (V.A.M.) nelle stime.

Nella relazione illustrativa e di stima, vengono esposti i criteri ed i valori unitari adottati per la definizione dei costi di espropriazione, asservimento ed occupazione temporanea.

Individuazione delle aree occupate

Sono state individuate come oggetto di occupazione tutte le aree destinate alla costruzione ed all'esercizio delle opere stradali, ovvero sedi stradali (asse autostradale e svincoli) e strutture connesse (argini, scarpate, opere di sostegno e mitigazioni).

I criteri seguiti per il calcolo delle aree sono i seguenti:

- Definizione dell'ingombro della sede stradale calcolato sulla base delle planimetrie di progetto;
- Per i tratti in trincea e rilevato si sono considerate le aree relative ad argini e scarpate con un'ulteriore fascia pari a 1,00 m. per lato oltre al posizionamento della recinzione;
- per i tratti in galleria si è proceduto, su indicazione del Committente, a considerare un limite di esproprio fino al raggiungimento di un franco copertura minimo pari a m. 3,00;
- per i tratti in viadotto si è considerata la proiezione dell'ingombro dell'impalcato più un'ulteriore fascia di occupazione pari a m. 2,00 per lato;
- per le gallerie artificiali si è considerata una ulteriore fascia di occupazione pari a m. 1,00 per lato.

In fase di progettazione definitiva si procederà, secondo quanto previsto dalla Normativa vigente, alla redazione dei piani particellari di esproprio e dei relativi elenchi ditte.

Criteri di determinazione delle indennità

La stima relativa agli immobili da acquisire è stata sviluppata secondo i criteri stabiliti dal D.P.R. 8 giugno 2001 n. 327 e s.m.i..

L'indennità per le aree agricole è stata calcolata sulla base dei criteri previsti dal T.U. tenendo conto delle colture prevalenti nelle zone interessate, prevedendo indennità aggiuntive per il coltivatore diretto (prevedendo la totalità dei casi) ulteriormente incrementato di una percentuale pari al 20%.

Il valore delle aree edificabili e delle opere o manufatti demoliti, identificati attraverso gli strumenti urbanistici dei diversi Comuni interessati e sopralluoghi in campo, sono stati approssimativamente stimati sulla base dei valori desumibili dall'Osservatorio Immobiliare dell'Agenzia del Territorio.

Sono state altresì considerate indennità per occupazione temporanea e d'urgenza (Art. 22bis) nonché gli oneri d'imposta (registro, trascrizione e voltura).

Sintesi e metodologia per la fase successiva

La stima eseguita verrà implementata secondo quanto previsto dalla Normativa vigente e completata in corso di stesura del progetto definitivo mediante la redazione dei piani

particellari di esproprio sulla base delle mappe catastali aggiornate e degli elenchi delle ditte che, in catasto, risultano proprietarie degli immobili interessati dal progetto.

11 INTERFERENZE CON I PUBBLICI SERVIZI

Nella presente fase progettuale, si è provveduto ad integrare ed approfondire dettagliatamente il censimento delle reti tecnologiche presenti nel corridoio autostradale prescelto, in modo da poter coordinare e gestire al meglio gli interventi di risoluzione necessari all'adeguamento degli impianti interferenti.

Quest'opera di approfondimento è avvenuta, analogamente alla fase progettuale precedente, mediante le seguenti attività di dettaglio:

- sopralluoghi in sito, lungo le aree interessate;
- ricerca di informazioni presso gli Enti Locali ed i Comuni interessati;
- ricerca di specifiche informazioni presso gli Enti gestori di servizi presenti lungo i territori attraversati;
- verifica di banche dati informatizzate regionali e provinciali;
- verifica sulla cartografia di base in formato vettoriale della Regione Veneto (C.T.R.) e della Provincia Autonoma di Trento;
- analisi dei piani regolatori locali.

Ogni linea presente, interferente e non, è stata classificata e catalogata mediante una numerazione progressiva riportata sulla planimetria di censimento globale cui fa riferimento, in maniera univoca, il database di gestione di tutte le informazioni presenti, nel quale vengono catalogate le caratteristiche delle linee, i comuni su cui esse risiedono, gli enti gestori proprietari ed infine, le eventuali proposte alle risoluzioni necessarie, nonché i costi da sostenere per l'adeguamento delle stesse.

Per tutte le reti, impianti ed opere interferenti con il tracciato in progetto si è ipotizzato un possibile intervento di adeguamento, ponendo particolare attenzione alle situazioni più complesse (linee elettriche ad alta tensione, gasdotti ad alta pressione, fognature di grande diametro, impianti di captazione idrica). Ogni intervento di risoluzione è stato poi classificato e rappresentato in una specifica scheda di risoluzione dell'interferenza in cui si descrivono, sommariamente, le opere civili ed impiantistiche necessarie alla risoluzione delle stesse, i costi di adeguamento e le tempistiche necessarie alla risoluzione funzionale degli impianti.

La lunghezza del tracciato prescelto e l'attraversamento di alcune aree mediamente insediate ed urbanizzate hanno portato all'individuazione di un numero elevato di interferenze: circa 800 linee classificate, sia di tipo lineare sia di tipo puntuale.

Inoltre, in considerazione anche del rapido sviluppo urbanistico ed industriale di alcune aree interessate (si notino i diversi insediamenti industriali e residenziali in fase di ampliamento, riqualificazione o di costruzione ex novo), si è registrata una situazione particolarmente complessa ed in continua evoluzione, anche nel breve periodo temporale.

E' stata riscontrata una presenza consistente di interferenze tecnologiche, sia a livello consortile che comunale di proprietà di Enel Distribuzione, Terna, Telecom Italia, Snam Rete Gas.

Le interferenze catalogate si possono distinguere in diversi tipi e pertanto si possono raggruppare nelle seguenti classi di tipologia:

- reti di approvvigionamento idrico (acquedotto);
- reti raccolta e smaltimento acque reflue (fognature comunali e collettori consortili);
- reti di trasporto e distribuzione energia elettrica (alta ed altissima tensione, media e bassa tensione per utenze private e Pubblica Illuminazione);
- reti di trasporto e distribuzione gas (gasdotti alta pressione, gasdotti media e bassa pressione per utenze private);
- reti di telecomunicazione (telefonia su cavo, telefonia mobile, fibre ottiche);
- elettrificazione linee ferroviarie.

In considerazione di quanto sopra esposto si riassumono di seguito le criticità riscontrate con gli impianti di maggiore impatto logistico-economico :

- interferenze con le linee Alta Tensione della Società Terna S.p.A.. Tali impianti sono presenti nella Valle dell'Astico e gli interventi previsti generano la rimodulazione di numerosi sostegni di linea;
- interferenze con metanodotti Snam RG. Nel particolare, si segnalano alcune criticità all'interno del territorio comunale di Cogollo del Cengio (VI);
- interferenze con metanodotti Edison RG. Nel particolare, al si segnalano alcune criticità all'interno dei territori comunali di Cogollo del Cengio (VI) e Pedemonte (VI);
- numerose interferenze con impianti di importanza secondaria, tra cui linee telefoniche, linee elettriche di bassa e media tensione, acquedotti, fognature ed impianti di distribuzione gas di media e bassa pressione.

Complessivamente si è provveduto all'adeguamento di circa 120 impianti interferiti per un totale di circa 70 schede di risoluzione.

12 CANTIERIZZAZIONE

Il sistema di cantierizzazione delle opere di progetto individua e caratterizza i cantieri principali (base e operativi) ed i cantieri secondari (aree tecniche ed aree di stoccaggio), prevede l'utilizzo principalmente della viabilità esistente e fornisce alcune indicazioni sugli aspetti riguardanti la gestione idrica (fornitura e scarico) ed energetica nei cantieri, la gestione dei rifiuti ed il ripristino delle aree di cantiere. I criteri di tipizzazione e localizzazione dei cantieri sono dettati da esigenze di tipo operativo, opportunamente calate nel contesto ambientale di intervento, in termini di: accessibilità ai siti, grado di antropizzazione del territorio, tutela paesaggistica, ecc..

Per lo sviluppo delle attività lavorative sono state individuate un numero di aree di cantiere proporzionale alla lunghezza del tracciato e di conseguenza alla quantità di opere da realizzare per la costruzione dell'infrastruttura. Sarà previsto quindi l'allestimento di aree per lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere che comprendono in generale:

- **Cantieri Base:** ospitano i box prefabbricati e le attrezzature necessarie per il controllo, la direzione dei lavori e tutte le strutture per l'alloggiamento delle maestranze e del personale di cantiere (dormitori, mense, servizi igienici, parcheggi dei mezzi). Inoltre le aree dovranno prevedere aree operative e di stoccaggio dei materiali da costruzione e delle terre di scavo. La loro ubicazione è prevista prevalentemente nelle vicinanze di aree antropizzate e a ridosso alle viabilità principali (rete viaria autostradale e provinciale) per facilitarne il raggiungimento.
- **Cantieri Operativi:** sono aree fisse di cantiere distribuite lungo il tracciato che svolgono la funzione di cantiere-appoggio per tratti d'opera su cui realizzare più manufatti. Al loro interno saranno previste aree logistiche, aree per lo stoccaggio dei materiali da costruzione e di stoccaggio temporaneo delle terre di scavo. Oltre alle normali dotazioni di cantiere, alcune aree saranno dotate di impianto di betonaggio e impianti di frantumazione.
- **Aree tecniche:** sono le aree in corrispondenza delle opere d'arte che devono essere realizzate, data la loro dimensione e ubicazione, tali cantieri ospiteranno le dotazioni minime di cantiere oltre che aree di stoccaggio materiali da costruzione e stoccaggio terre ridotte. Data la loro tipologia e il loro carattere di aree mobili, le aree tecniche si modificheranno e sposteranno parallelamente alla costruzione dell'opera a cui si riferiscono. Principalmente tali aree saranno ubicate agli imbocchi delle gallerie, sulle

aree di realizzazione dei viadotti e in avanzamento con la realizzazione del rilevato stradale.

Nella tabella seguente si riporta la composizione dei cantieri previsti per il tracciato:

Lunghezza tracciato (km)	Tipologia delle aree di cantiere		
	Cantiere Base (CB)	Cantiere Operativo (CO)	Area Tecnica(AT)
39	2	8	8

Tabella 27: tipologia dei cantieri

Per la movimentazione di mezzi ed attrezzature sarà utilizzata la nuova infrastruttura per i tratti realizzati, e le principali viabilità esistenti presenti sul territorio:

- nel punto di inizio intervento comune a tutti i tracciati, l'autostrada A31 della Valdastico fino allo svincolo di Piovene Rocchette, e le SP 350 e SP 349;
- nel tratto centrale di tracciato si segnala la presenza della SP 350 in direzione nord-sud e che percorre la Val d'Astico, incrociando lungo la direttrice est-ovest la ex SS 349 e la ex SS 47 oltre che le SP 1, SP 71 e ex SS 612.
- Nel tratto finale i vari tracciati incrociano la ex SS 12 prima di immettersi sulla autostrada A22 Modena-Brennero.

A questo sistema principale si aggiunge poi una serie di viabilità locali che si riconnette alle provinciali precedentemente indicate e caratterizzate per la loro ridotta percorribilità date le caratteristiche del territorio su cui insistono.

La rete autostradale verrà impegnata per le operazioni di approvvigionamento/smaltimento dei materiali; in particolare a fine tracciato, in corrispondenza dell'interconnessione con la A22, si prevede di realizzare tale opera preliminarmente alle attività realizzative, in modo da poter utilizzare già per le fasi di cantiere tale innesto sull'A22. Tale ipotesi progettuale andrà concordata nelle successive fasi di approfondimento progettuale con il concessionario dell'infrastruttura Autobrennero, per definirne modalità e tempi.

13 GESTIONE DELLE TERRE

Nello studio preliminare condotto per l'individuazione del tracciato, un aspetto analizzato riguarda il materiale da costruzione. Infatti, vista la tipologia dell'opera e la presenza di numerose gallerie, la realizzazione dell'infrastruttura produrrà un cospicuo quantitativo di terre e rocce da scavo che in parte saranno riutilizzate per la realizzazione dell'opera stessa, ed in parte riutilizzati in altri siti, o inviate in discarica/smaltimento.

Dall'analisi della litologia dei terreni di scavo, definita nell'ambito dello studio geologico e geotecnico cui si rimanda per ogni dettaglio, è emerso come il materiale in esubero sia tutto di buone caratteristiche e reimpiegabile sia per la produzione di inerti per conglomerati cementizi e bituminosi, in alcuni casi dopo vagliatura e lavaggio, sia per la formazione di rilevati stradali, drenaggi, ecc.

Per cui si è previsto che l'esubero finale di materiale, al netto del riutilizzo nell'ambito del tracciato, possa essere ceduto onerosamente all'impresa esecutrice che potrà riutilizzarlo, avendo cura di ottemperare al regime normativo vigente e richiamato nel capitolo precedente.

Immissione del materiale sul mercato dei materiali inerti da cava

In questa sede sono stati individuati dei possibili riutilizzi del materiale in esubero che, in ogni caso, non sono limitativi, ma solo indicativi, nei confronti degli indirizzi che vorrà intraprendere l'impresa appaltatrice. La prima ipotesi di riutilizzo è quella legata all'immissione del materiale estratto in esubero sul mercato territoriale dei materiali inerti da cava, per la produzione primaria di calcestruzzi e conglomerati bituminosi e manufatti stradali.

Tale scelta è stata consolidata consultando i piani cave delle regioni Veneto e Trentino e verificando l'effettiva possibilità di immissione dei volumi estratti nel panorama dei fabbisogni e delle produttività territoriali.

Nel PRAC della Regione Veneto (L.R. 44/82, aggiornamento 31/03/2008), dai dati storici riportati, risulta un fabbisogno di inerti per produzione di calcestruzzi e materiali per edilizia pari a circa 3 mln di mc/anno per la sola provincia di Vicenza, contro una produzione di circa 1,1 mln di mc/anno. Il fabbisogno residuo viene quindi assorbito importando materiale da territori limitrofi.

Il Piano Cave della Provincia di Trento (L.P. 6/80, aggiornamento D.G.P. 2533 10/10/2003), mette in luce un lieve esubero tra la produzione (3,450 mln di mc/anno) ed il fabbisogno (3,175 mln di mc/anno), ed evidenzia d'altronde come la tendenza del territorio è proprio volta al riutilizzo del materiale estratto, piuttosto che nell'apertura di nuovi siti per l'approvvigionamento. Infatti, la maggior parte dei materiali impiegati per la produzione di inerti deriva dal reimpiego degli scarti di diverse lavorazioni (scavi, regimentazioni idrauliche, scarti di lavorazione del porfido, ecc. – 2,130 mln di mc/anno).

A tale proposito, viste le quantità complessive derivanti dal progetto è plausibile ipotizzare una produttività annua di materiale pari a circa 1 mln di mc/anno quasi pariteticamente divisa tra i territori provinciali di Trento e Vicenza. Nel primo caso il materiale è quello proveniente dalla realizzazione della Galleria di Valico mentre nel secondo caso il materiale proverrà dalle gallerie naturali realizzate in Valdastico e, in minima parte, da scavi per

trincee realizzati nella prima parte di tracciato. Da un punto di vista geologico e meccanico il materiale scavato risulta riutilizzabile per gli scopi prefissati. E' evidente come, nel caso trentino la produttività annua di circa 500.000 mc/anno è ampiamente compatibile con le produttività attualmente a regime, soprattutto in riferimento ai riutilizzi di materiale scavato previsti dal Piano Cave. In territorio Vicentino invece la produttività del progetto andrebbe parzialmente a colmare il gap tra domanda e produzione attuale.

Riutilizzo del materiale nell'ambito di infrastrutture in "Legge Obiettivo"

Come ipotesi alternativa è da evidenziare che il completamento a nord dell'Autostrada A31 è inserito nell'ambito delle opere e infrastrutture strategiche in "Legge Obiettivo". Come noto il bilancio materie di tali opere prescinde dal regime programmatico (Piani Cave) vigente sui territori interessati e consente, all'occorrenza, l'apertura di siti di estrazione funzionali al singolo progetto. In tale ottica, tra la Regione Veneto e la Regione Emilia Romagna, sono inseriti nell'elenco della Legge Obiettivo altri progetti quali il "Nuovo Sistema delle Tangenziali Venete", l'"Autostrada Regionale Medio Padana Veneta Nogara – Mare", il "Raccordo Autostradale Ferrara Porto – Garibaldi" (quest'ultimo non inserito nell'elenco delle infrastrutture strategiche, ma comunque ricadente in una realtà territoriale con scarse risorse estrattive), ecc., che sono caratterizzati da ingente fabbisogno di materiali.

L'ipotesi di reimpiegare il materiale scavato per il completamento della A31 nord, nell'ambito delle opere sopra richiamate costituirebbe una vera e propria compensazione tra opere strategiche senza alterare il regime estrattivo dei territori interessati, con evidenti vantaggi da un punto di vista ambientale.

E' chiaro che, perseguendo questa ipotesi, sarà necessario concordare attentamente le modalità e le tempistiche di trasferimento del materiale tra territori comunque distanti, al fine di rendere l'impostazione economicamente sostenibile.

Riutilizzo del materiale per la produzione di conglomerati cementizi e bituminosi nell'ambito del cantiere

Da ultimo vale senz'altro la pena di includere la possibilità di riutilizzo, anche se parziale, del materiale scavato per la produzione di calcestruzzi e conglomerati bituminosi necessari alla realizzazione dei manufatti di progetto. In particolare il fabbisogno di questi prodotti è quantificabile in circa 2.000.000 m³ per la realizzazione dei viadotti, dei rivestimenti delle gallerie naturali e artificiali, per gli strati bituminosi di pavimentazione, ecc. a cui si può fare fronte in particolare con il materiale scavato nelle gallerie naturali in Valdastico, sia per le modalità di scavo, sia perché tali opere ricadono quasi esclusivamente in quell'ambito.

Le ipotesi alternative introdotte in questa sede sono, come detto, degli indirizzi non vincolanti per l'impresa esecutrice che dovrà poi gestire il materiale una volta estratto. Esse vogliono sostanzialmente certificare la generale possibilità di riutilizzo degli ingenti quantitativi di materiale movimentati dal progetto che possono senz'altro essere considerati una risorsa ambientale da gestire attentamente nell'ambito dei territori interessati, oppure al di fuori di essi, e non unicamente come una problematica cui trovare un oneroso rimedio. Per completezza, nel presente documento e nelle apposite planimetrie e corografie di progetto, sono stati censiti anche i siti di discarica e cave dismesse attualmente esistenti nel territorio dove può essere conferito il materiale eventualmente non collocabile oppure non riutilizzabile a valle della campagna di caratterizzazione analitica.

L'esame dei dati ha consentito di definire il quadro generale di bilancio di materie e quindi individuare le quantità prodotte dagli scavi e quelle rimpiegabili:

SCAVI [A]				RILEVATI [B]			ESUBERI [A]-[B]
Asse principale	Galleria	Svincoli	Totale [A]	Asse principale	Svincoli	Totale [B]	differenza tra i totali [A]-[B]
698.300	8.200.000	73.200	8.971.500	1.350.000	1.428.000	2.778.000	6.193.500

Tabella 28: bilancio materiali da costruzione

ESUBERI FINALI		
Inerti per conglomerati cementizi e bituminosi, rilevati stradali, drenaggi	Inerti per conglomerati cementizi e bituminosi, stabilizzati, rilevati stradali, drenaggi, massi e scogliere.	Rilevati stradali. Conglomerati cementizi dopo vagliatura e lavaggio.
A	B	C
574.000	2.319.500	3.300.000

Tabella 29: esuberanti finali totali

In tabella è riportata la possibilità di riutilizzo dei materiali in esubero dell'intero progetto. La cat. A, ossia reimpiegabile come "Inerti per conglomerati cementizi e bituminosi, rilevati stradali, drenaggi" deriva sostanzialmente dallo scavo della galleria Sant'Agata realizzata nella bassa valle dell'Astico, caratterizzata da depositi alluvionali e fluvioglaciali. La cat. B tiene conto prevalentemente dei volumi estratti dallo scavo delle gallerie naturali nell'alta valle dell'Astico, realizzate con metodologia di scavo tradizionale. La cat. C è riferita interamente ai materiali estratti dalla Galleria di Valico realizzata con scavo meccanizzato. I volumi di scavo delle gallerie sono al netto del riempimento dell'arco rovescio delle gallerie stesse.

Le volumetrie di materiale da movimentare per la realizzazione dell'opera richiedono un'attenta valutazione nella ricerca di aree opportunamente allestite per poter accumulare temporaneamente il materiale estratto in fase di scavo e diretto ai tratti del tracciato in cui effettuare riporti, od in altri siti dislocati sul territorio.

L'orografia dei luoghi oggetto di intervento, compresi in aree montuose, non ha consentito di prevedere grandi superfici per lo stoccaggio temporaneo delle terre da scavo, per cui si sono privilegiate aree limitrofe o sull'impronta dell'infrastruttura, in particolare in corrispondenza di svincoli e piazzali che, in virtù della quantità di opere da realizzarsi saranno realizzati in coda alle attività.

Progressiva	Denominazione	Tipologia di cantiere	Superficie (mq)
0+000	C.O.1	Cantiere Operativo	21 356
1+550	C.B.1	Cantiere Base	27 597
3+550	A.T.1	Area Tecnica	9 880
5+500	A.T.2	Area Tecnica	143 652
6+000	C.O.2	Cantiere Operativo	13 382
7+300	A.T.3	Area Tecnica	-
9+000	C.O.3	Cantiere Operativo	32 954
10+000	C.O.4	Cantiere Operativo	10 092
12+500	A.T.4	Area Tecnica	6 819
13+550	C.O.5	Cantiere Operativo	7 235
14+100	A.T.5	Area Tecnica	20 668
14+700	A.T.6	Area Tecnica	12 433
18+750	C.O.6	Cantiere Operativo	51 770
20+500	A.T.7	Area Tecnica	30 790
21+000	A.T.8	Area Tecnica	-
23+250	C.O.7	Cantiere Operativo	15 825
23+250	C.O.8	Cantiere Operativo	11 360
39+000	C.B.2	Cantiere Base	31 831
Superficie totale			447 644

Tabella 30: Aree stoccaggio provvisorio

Considerando quindi tale superficie a disposizione, che l'area netta andrà comunque ridotta per tener conto delle viabilità per le movimentazioni, della pendenza dei cumuli, ecc. e considerando cautelativamente in questa fase cumuli di altezza massima pari a 4 m, risulta una capacità di circa 1,2 mln di mc di terreno che possono essere stoccati temporaneamente nelle aree di stoccaggio, in attesa della caratterizzazione e del conferimento a siti di trattamento.

14 STRUTTURE A SERVIZIO DELL'UTENZA

Area di servizio Astico

Nella valle compresa tra Velo d'Astico e Cogollo del Cengio, ai limiti della locale zona produttiva, è previsto il posizionamento dello svincolo denominato Velo d'Astico e, nelle sue immediate vicinanze, delle aree di servizio Astico ovest e Astico est.

In questo paragrafo viene ipotizzata una distribuzione degli apprestamenti delle aree di servizio che si uniforma all'idea progettuale globale dell'infrastruttura, ma si precisa che la realizzazione sarà di esclusiva competenza del gestore dell'area.

Le aree di servizio si fronteggiano ai lati dell'autostrada e sono poste a sud della zona riservata al casello.

L'area di servizio a ovest occupa una superficie complessiva di circa 36.000 mq e ospita oltre alle aree di sosta e parcheggio, un autogrill e un distributore di carburanti.

L'ingresso e l'uscita all'area avvengono sul lato nord e da esse parte un percorso che circonda ad anello l'area e sposta il traffico di attraversamento ai limiti dell'area stessa. A 100 metri circa dall'ingresso è stata prevista un'area di sosta per gli automezzi pesanti provvista di ampi spazi verdi alberati per il relax dei viaggiatori. Afferente all'area di sosta dei mezzi pesanti sono le pompe di carburante ad essi riservate.

Nella parte centrale dell'area di sosta si trova l'area di ristoro e gli spazi di servizio annessi. Esso è concepito come un insieme di fabbricati legati dalla copertura.

I lati lunghi del fabbricato sono quasi completamente chiusi verso l'autostrada e sul retro, mentre si aprono con grandi pareti vetrate sui lati corti, offrendo la vista su spazi verdi alberati che favoriscono la sosta e il riposo all'aria aperta e ospitano anche spazi per il gioco dei bambini e aree recintate per i cani. Fronteggia l'autogrill il grande parcheggio per le automobili.

In uscita dall'area di servizio è posto il distributore dei carburanti, per il quale è previsto, oltre alla zona adibita alla cassa e agli spogliatoi dei dipendenti, una zona a disposizione per un piccolo snack bar o punto commerciale.

Per quanto riguarda le finiture degli edifici esse sono improntate alla semplicità e alla uniformità con i diversi fabbricati previsti lungo il tracciato dell'autostrada. I bar, i locali riservati alla ristorazione, gli spogliatoi e i servizi igienici, avranno pavimentazioni e rivestimenti che rispettano le vigenti normative e che garantiscono la salubrità e l'igiene dei luoghi, in particolare sono previste pavimentazioni in calcestruzzo con finitura al quarzo per bar, ristorante e spogliatoi, mentre per i bagni sono previste pavimentazioni e rivestimenti in materiale ceramico.

I controsoffitti in cartongesso consentiranno la distribuzione degli impianti all'interno degli edifici.



Figura 41 – Area di servizio Astico

L'area di servizio a est, di circa 27.000 mq, è strutturata in maniera del tutto simile, con una diversa distribuzione degli spazi della sosta dovuti alla diversa conformazione dell'area ma sostanzialmente invariati nelle quantità.

Dal punto di vista architettonico l'area potrà essere completata dal gestore da coperture che richiamano il paesaggio fluviale.

Step by step, partendo da un concept iniziale che vede nella sua globalità il progetto dell'infrastruttura in relazione al paesaggio, sono stati elaborati quegli elementi architettonici che in qualche maniera trasformano il territorio assecondando le principali fonti ispiratrici. In questo caso specifico l'evocazione alla forma e ai colori del paesaggio fluviale (l'insieme di sassi di fiume con la loro dislocazione random), arricchisce il corridoio dando la sensazione di un "progetto pensato", in armonia con il territorio e allo stesso tempo funzionale per l'utenza.

Area di servizio Valle dell'Astico

Come detto per l'area di servizio di Velo d'Astico, la realizzazione è di competenza del futuro gestore, nella trattazione che segue si vuole dare un quadro completo di quanto necessario alla funzionalità del servizio e si vogliono dettare i temi architettonici che, partiti da un concept iniziale, hanno dato un unico filo di lettura alla infrastruttura di progetto.

All'ingresso del casello, sul lato est, l'area di sosta e servizio ospita il distributore di carburanti, i parcheggi e un ristorante gourmet con aree attrezzate riservate al picnic.

Il ristorante, in posizione panoramica, è disposto sulla sommità di un dislivello artificiale che vuole ricomporre e ricucire l'area di sosta con l'intorno preesistente.

Dalla quota di -2,00 m. sulla quale sono impostati i parcheggi e il distributore di carburante si sale a quota +5,00 metri con una strada carrabile che a quota +1,50 da accesso al deposito e ai locali di servizio del ristorante completamente interrati.



Figura 42 – Area di servizio Valle dell’Astico

La strada sale ancora per consentire ai disabili di raggiungere i posti auto riservati alla quota d’ingresso del ristorante; sulla sommità si appoggia il volume del ristorante, con sale ristorazioni per circa 300 mq. e ulteriori spazi aperti e terrazzati. L’essenzialità del volume ne evidenzia la vocazione panoramica limitando al minimo le pareti cieche e lasciando spazio a grandi aperture vetrate. A est il volume si incassa nel terreno e viene da esso parzialmente sovrastato.

Il distributore di carburante è composto da un semplice fabbricato che comprende al suo interno lo spazio riservato alla cassa e un ulteriore spazio a disposizione da adibire a piccolo snack bar e/o punto commerciale.

L’architettura è simile a quella dell’area di sosta di Velo d’Astico: i temi ispiratori legano con un unico filo tutte le strutture a servizio dell’utenza.

Centro di manutenzione di Besenello

Il centro di manutenzione di Besenello si trova presso lo svincolo di interconnessione con la A22. Occupa una superficie di circa 10.000 mq e si configura come un insieme di edifici completamente interrati.

Il principio di risarcimento ambientale ha guidato la progettazione di quest’area: lo spazio destinato ad accogliere le funzioni di manutenzione e gestione della rete autostradale è gestito secondo una ideale ricomposizione dei rilievi circostanti in cui si insinua una sorta di canyon che distribuisce gli edifici di progetto.

L’attraversamento in direzione nord-sud consente di distribuire lungo i suoi lati gli spazi riservati alla sosta degli automezzi di servizio e dei mezzi del personale addetto.

In particolare sono stati ricavati tre blocchi autonomi con magazzini, spogliatoi, bagni e sale relax per i lavoratori.

Gli edifici veri e propri hanno una superficie di circa 750 mq, con altezze utili variabili da 3,30 m a 6,00 m. per consentire il rimessaggio dei mezzi di soccorso e di manutenzione e per assecondare il dislivello del terreno.

In sintesi, la dotazione prevede quindi una struttura coperta per ricovero di lame spazzaneve e spargisale, dei cloruri, uffici ed attrezzature per il personale.

Va segnalato come questo centro di manutenzione abbia a disposizione una viabilità che consenta ingresso/uscita dei mezzi di manutenzione in entrambe le direzioni (da e verso Piovene Rocchette), oltre alla possibilità di accesso/uscita sulla A22 in carreggiata direzione nord mediante la realizzazione di una piazzola laterale con cancello comandato.



Figura 43 – Centro di manutenzione di Besenello

Questo intervento si inserisce in un contesto più ampio di risarcimento ambientale dell'area di svincolo dove lo sforzo progettuale è stato quello di trasformare l'alterazione in occasione, il disequilibrio in equilibrio. Infatti, i materiali provenienti dallo scavo della galleria contribuiranno a ridisegnare il paesaggio tracciando terrazzamenti e colline artificiali che potranno diventare luoghi per l'insediamento di nuovi impianti di viticoltura. Il centro di manutenzione, per come è stato pensato, unisce la funzionalità alla mimesi con l'ambiente circostante e la percezione, a lavori ultimati, sarà quella di continuità del paesaggio risarcito delle ferite attualmente presenti (cave dismesse, scavi...).

Centro di manutenzione Valle dell'Astico

Il centro di manutenzione Valle dell'Astico si trova nell'area di pertinenza dello svincolo Valle dell'Astico, tra il chilometro 18+000 e il chilometro 19+000 del tracciato di progetto.

I nuclei abitati più vicini sono est San Pietro in Valdastico e a ovest Pedemonte; in corrispondenza del Viadotto Molino, lo svincolo consente l'accesso all'area del casello a nord del tracciato, al centro di manutenzione Valle dell'Astico e all'area di servizio.

Quest'ultima è un'area di servizio anomala per il suo posizionamento all'esterno del tracciato autostradale e quindi fruibile dalla cittadinanza locale ma anche dai viaggiatori.

La rotatoria all'uscita del casello consente l'accesso al centro di manutenzione circondato da un dislivello artificiale del terreno e concepito quasi come una fossa per mitigare l'impatto visivo dei depositi e dei magazzini rispetto all'ambiente circostante.

La rampa di accesso all'area, che occupa una superficie di circa 13.000 mq, consente di far superare agli automezzi di servizio il dislivello che si crea dalla quota 0.00 m. (quota di imposta dei caselli stessi) alla quota -2.00 m., dove vengono impostati gli edifici e le funzioni afferenti al centro di manutenzione.

All'ingresso dell'area si trova l'isola ecologica dove dei grandi setti in muratura consentono non solo la suddivisione delle aree di carico/scarico per la raccolta differenziata, ma anche il contenimento del terrapieno artificiale che arriva a una quota di +6.00 m.

Ancora il muro di contenimento delimita a est il parcheggio per il personale di servizio, dotato di 17 posti auto coperti, che comprende anche un vano scale con ascensore per l'accesso al tunnel di collegamento sotterraneo dei caselli.

A ovest dei caselli, parallelamente ad essi, un edificio composto da diversi corpi comprende gli spogliatoi e i bagni per il personale di servizio, alcuni uffici e l'area relax e un grande ambiente con officina, magazzini e locali tecnici.

Gli uffici, l'area relax e gli spogliatoi occupano un'area di circa 180 mq. e sono concepiti come semplici volumi connessi tra di loro da percorsi vetrati e con un'unica copertura che ingloba l'insieme dei volumi. Le finiture sono anch'esse improntate all'essenzialità con pavimentazioni in massetto di calcestruzzo con finitura al quarzo, pareti vetrate e intonacate e controsoffitti in cartongesso. Questo edificio è circondato da spazi verdi per il relax che servono anche a delimitare gli spazi di manovra dei vicoli di servizio.

L'autofficina/autorimessa e il magazzino sono previste in un unico capannone di circa 300 mq., nel quale sono previste grandi aperture con portoni scorrevoli; le finiture sono di tipo industriale con massetti in calcestruzzo e pareti in pannelli di calcestruzzo a vista.

Gli spazi destinati a sosta dei mezzi per i servizi invernali e per il deposito materiali per manutenzioni, mezzi meccanici e deposito cloruri, sono semplici setti murari che sostengono delle grandi pensiline. In particolare il deposito dei mezzi invernali è delimitato a est da un muro di contenimento addossato al riporto del terreno.

Si tratta di circa 2000 mq. coperti con grandi coperture in calcestruzzo armato con strutture a vista.

Gli spazi verdi che delimitano e circondano il centro di manutenzione salgono verso l'esterno dell'area e sono corredati da fitte alberature che filtrano la vista rispetto all'intorno.

Riassumendo la dotazione prevede quindi tettoie per lame spazzaneve e spargisale, per mezzi speciali (spazzatrici, autocarri), un capannone per deposito cloruri e materiali di consumo con annesse postazioni di uffici e del personale, isola ecologica, area per atterraggio elicotteri, area per eventuali officine meccaniche per la riparazione dei mezzi, eventuale postazione di presidio per VV.FF.

L'architettura richiama i temi sviluppati per le aree di servizio di Velo d'Astico e della valle dell'Astico.

Caselli

I caselli previsti lungo questo tratto di autostrada sono stati progettati secondo un'immagine che evoca la forte presenza dell'Astico, del suo greto e dei sassi che ne caratterizzano il suo fondo. Come i massi presenti lungo il corso del torrente, così le grandi coperture si distribuiscono con un'apparente casualità e proteggono gli ingressi all'autostrada.

Sorregge le coperture una struttura reticolare spaziale in acciaio che sostiene le grandi cupole in pvc chiaro che evoca l'idea di trasparenza e leggerezza e richiama i caselli già presenti nel tratto esistente della stessa autostrada, recuperando in chiave contemporanea il principio di temporaneità della struttura che li ha ispirati.

I caselli secondo un principio di standardizzazione si ripetono in tutti gli ingressi dell'autostrada seguendo lo stesso disegno e ospitano oltre alle biglietterie anche gli uffici di servizio ai caselli stessi con aree riservate al personale addetto, spogliatoi e bagni.

Tutti gli edifici, si configurano come strutture indipendenti dalla struttura reticolare che li ingloba, con un'altezza interna di m. 3,00 e una superficie complessiva di 20 mq. circa.

15 IMPIANTI

Il presente capitolo descrive in sintesi tutte le dotazioni per la realizzazione degli impianti elettrici e tecnologici del tracciato autostradale, interessando sotto il profilo impiantistico le opere all'aperto ed in sotterraneo del nuovo corridoio della Valdastico Nord.

Le scelte progettuali per i diversi settori impiantistici presi in considerazione concorrono ad una soluzione integrata che preveda:

- totale conformità alle norme tecniche e di sicurezza vigenti;
- massimo contenimento dei consumi energetici e dei costi di esercizio;
- interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria razionalizzati nei loro criteri di operatività e di tempestività sia in sede stradale sia sulle apparecchiature di cabina elettrica, e programmabili in un contesto di efficienza e nel rispetto della sicurezza degli operatori addetti;
- unificazione, per quanto possibile, delle metodologie di impianto, dei materiali e delle apparecchiature in modo da rendere standardizzati gli equipaggiamenti che si rendessero necessari per gli interventi di manutenzione.

Gli studi di settore hanno evidenziato quanto sia gravoso sostenere i costi relativi:

- ai consumi energetici;
- al personale addetto alla manutenzione;
- a forme di esercizio provvisorio dovute alla intempestività o al protrarsi dei tempi di intervento delle manutenzioni ordinarie e straordinarie.

Con riferimento a queste problematiche, la progettazione sarà particolarmente attenta alle scelte progettuali che saranno finalizzate a:

- l'impiego di apparecchiature e macchinari ad alto rendimento ed elevato fattore di potenza;
- l'impiego di lampade ad elevata efficienza luminosa che, oltre al risparmio, consentono il massimo comfort visivo anche sotto il profilo della resa cromatica;
- l'automazione degli impianti di comando e di sicurezza;
- il telecontrollo dei parametri principali più significativi e la gestione degli allarmi degli impianti in oggetto progettati in modo integrabile con una architettura gestionale di sistema globale capace di gestire l'intero complesso impiantistico in dotazione al presente tratto stradale.

L'operatività del sistema di telecontrollo attraverso, la trasmissione remotizzata, consentirà l'acquisizione degli eventi di richiesta soccorso e degli stati di funzionamento, in tempo pressoché reale, su siti ottimali, scelti in base ad una logistica gestionale, pensata per ottimizzare gli interventi di servizio, soccorso e di manutenzione.

In particolare gli interventi di manutenzione straordinaria sull'impiantistica stradale potranno essere impostati in funzione della vita media specifica delle apparecchiature ed assicurare al tempo stesso una economia di gestione.

15.1 Impianti tecnologici in sede stradale all'aperto

15.1.1 Impianto di illuminazione stradale degli svincoli

In ottemperanza alle Norme UNI 11248, UNI 13201/1/2/3/4 ed alle Leggi Regionali del Veneto e della Provincia Autonoma di Trento sul risparmio energetico e sull'abbattimento dell'inquinamento luminoso, il progetto prevede un sistema di illuminazione sull'asse principale, in corrispondenza degli svincoli e sulle piste di accelerazione e di decelerazione dagli stessi, utilizzando punti luce a palo dotati di sorgenti luminose a diodo led. Questa tipologia di lampada presenta il vantaggio di avere una durata di funzionamento di circa 50.000 ore in luogo delle 12.000 ore di funzionamento della lampada a scarica.

La nuova distribuzione dei punti luce a palo consentirà, a parità di potenza assorbita, un vantaggio rilevante in termini di tempi e di costi di manutenzione ordinaria e straordinaria. Inoltre, il dimensionamento dell'impianto di illuminazione di svincolo dovrà ottemperare ai dettami delle Leggi Regionali sul risparmio energetico e sull'inquinamento luminoso. In questo contesto saranno impiegati apparecchi illuminanti dotati di ottica tipo "cut-off" e portalampada interni regolabile per un posizionamento della sorgente luminosa più idoneo all'entità della sede stradale.

15.1.2 Impianto di illuminazione stradale delle barriere di esazione

Analogamente a quanto descritto al paragrafo precedente, in corrispondenza dei piazzali delle barriere di esazione pedaggio, la proposta progettuale prevede un sistema di illuminazione utilizzando ancora punti luce su palo mediante sorgenti luminose a diodo led completati, nelle zone di maggior ampiezza della sede stradale, con torri-faro complete di apparecchi illuminanti dotati di sorgenti luminose a led o agli ioduri metallici, per fornire la medesima cromia all'utenza in transito.

15.1.3 Sostegni tipo a "sicurezza passiva" per punti luce su palo

Il progetto prevede l'adozione di pali a "sicurezza passiva" conformi alla norma UNI EN 12767, con la caratteristica di non costituire ostacolo fisso. L'altezza sarà variabile da 8 a 12 m fuori terra, installati lungo l'asse principale ed in corrispondenza delle piste di accelerazione e di decelerazione. L'impiego di questa tipologia di sostegni consente di posizionarli all'interno dello spazio di lavoro delle barriere di sicurezza in quanto non costituiscono ostacolo fisso. Il posizionamento ravvicinato alla carreggiata, in taluni casi, consentirà di utilizzare punti luce di tipo a testa-palo senza l'utilizzo di sbracci.

15.1.4 Impianto di TLC e regolazione flusso luminoso apparecchi illuminanti

Al fine di ottimizzare i consumi energetici e le attività di manutenzione tutti i corpi illuminanti previsti in progetto potranno essere dotati di modulo di telediagnosi che permetterà di eseguire operazioni di regolazione del flusso luminoso delle lampade, in funzione delle ore notturne di minor afflusso di traffico e di avere la possibilità di monitorare lo stato di efficienza delle singole lampade, acquisendo in automatico informazioni sulla presenza di eventuali guasti con la possibilità di programmare gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria. Gli allarmi per mancato funzionamento saranno raccolti da centraline dedicate, installate nei quadri di comando che trasmetteranno al sistema di telecontrollo generale.

15.1.5 Impianto segnalazione antinebbia degli svincoli

Tenendo conto dei parametri ambientali su cui sorgerà la nuova tratta autostradale il progetto prevede la realizzazione di un sistema antinebbia in corrispondenza degli svincoli attraverso la dotazione di colonnine ubicate lungo il ciglio stradale delle rampe di ingresso e di uscita, ad una interdistanza non inferiore a 10 m, equipaggiate con sorgenti a diodo led. Il sistema di segnalamento antinebbia sarà pilotato da una sonda di rilevamento della visibilità in grado di generare un segnale digitale per l'attivazione delle centraline di lampeggio.

15.1.6 Impianto SOS in itinere ed esterna ai fornici di galleria

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema di comunicazione con il Centro di Presidio attraverso la realizzazione di un supporto fisico in fibra ottica (comune ad altre installazioni) e postazioni periferiche di segnalazione soccorso ubicate lungo l'asse principale ad una interdistanza di circa 2 km. Le colonnine SOS per esterno saranno equipaggiate con pulsanti di richiesta soccorso con tecnologia "Voice Over IP".

15.1.7 Impianto di videosorveglianza e controllo traffico

La proposta progettuale prevede la presenza di un sistema video con stazioni di ripresa a circuito chiuso che consentirà il monitoraggio continuo del tracciato stradale, dei cavalcavia lungo l'arteria e delle zone di svincolo. Il sistema prevede l'installazione di stazioni di ripresa come di seguito descritto:

1. telecamere a colori di tipo brandeggiabile ad infrarossi nei due sensi di marcia in sommità ai pannelli a messaggio variabile con portale a cavalletto previsti lungo la sede autostradale a 2 km dalla cuspidi di svincolo;
2. telecamere a colori di tipo brandeggiabile ad infrarossi, installate in sommità dei pannelli a messaggio variabile con ortale a bandiera, previsti in corrispondenza della viabilità secondaria di accesso al raccordo autostradale;

3. telecamere a colori di tipo fisso ad infrarossi nei due sensi di marcia, installate su palo, in corrispondenza dei cavalcavia dell'asse principale e nei punti più critici dell'asse autostradale;
4. il monitoraggio centralizzato in tempo reale del traffico in itinere;
5. la video registrazione, per una successiva consultazione, delle sequenze provenienti dalle telecamere;
6. la rilevazione e la gestione di un pacchetto dati relativi allo stato del traffico.

Il Centro di Presidio sarà dotato di tutte le apparecchiature idonee per la restituzione in video delle immagini provenienti dalle stazioni periferiche di ripresa su monitor del sistema tv a circuito chiuso, in grado di presidiare l'esercizio e minimizzare i tempi per le diverse forme di intervento dovute a manutenzione e/o di soccorso all'utenza.

15.1.8 Impianto radio istituzionale

La rete autostradale sarà dotata di un impianto radio per la copertura dell'infrastruttura stradale, in grado di garantire la copertura isofrequenziale per il Gestore autostradale, per le Forze dell'Ordine, per i Vigili del Fuoco e per i mezzi di soccorso, garantendo in tal modo un elevato grado di sicurezza per l'utenza stradale. Tale sistema sarà completamente integrato con l'impianto radio previsto nelle gallerie autostradali.

15.1.9 Pannelli a messaggio variabile

Come evidenziato al paragrafo precedente, la proposta progettuale prevede l'installazione di pannelli a messaggio variabile lungo la tratta per la segnalazione all'utenza di tutte le informazioni utili per la transitabilità dell'asse autostradale.

In prossimità delle uscite di svincolo, a distanza di 2 km dalla cuspide di bivio della pista di uscita, si prevede un pannello a messaggio variabile (PMV) con tecnologia a led di tipo alfanumerico, in grado di presentare all'utenza testi alfanumerici portati su 3 righe ciascuna e 15 caratteri per riga. A completamento della dotazione si prevede l'installazione di un pannello a pittogramma variabile (PPV) con tecnologia a led di tipo full-color, in grado di presentare all'utenza tutti i segnali stradali del Codice della Strada, secondo le figure e gli articoli del D.P.R. 495/92.

15.1.10 PMV del tipo "a bandiera" fuori dalla sede autostradale

Per fornire informazioni preventive sullo stato di esercizio della sede autostradale, oltre a dare informazioni utili all'utenza in procinto di accedere al tracciato stesso, la proposta prevede l'allestimento di un pannello a messaggio variabile (PMV) con tecnologia a led di tipo alfanumerico in grado di presentare testi alfanumerici posti su 4 righe, ciascuna costituita da 15 caratteri. Il PMV permette di visualizzare i messaggi con modalità fissa, lampeggiante e alternando i messaggi secondo i tempi preimpostati. La struttura di sostegno

del cartello dovrà essere di tipo "a bandiera" con una scala di accesso alla mensola, dotata di gabbia di protezione con accesso alla stessa protetto da opportuna chiusura.

15.1.11 Stazioni meteo su PMV "a cavalletto" in sede autostradale

Per acquisire le informazioni meteorologiche in tempo reale in base alla quale informare, per mezzo dei PMV, l'utenza in transito delle particolari circostanze ambientali, la proposta prevede di installare sui PMV in itinere sul tracciato principale alcune postazioni meteo. La stazione è costituita da una unità di gestione a cui sono collegati i sensori di rilevamento delle varie condizioni atmosferiche che dovranno essere inviate, associate con quanto rilevato dal sistema di monitoraggio del traffico (TV-CC) al Centro di Presidio. Le stazioni meteo avranno la possibilità di installare i seguenti sensori: sensore anemometrico per la misura della velocità del vento, sensore per la rilevazione della temperatura dell'aria, sensore di rilevamento dell'umidità relativa dell'aria, sensore di stato e dell'intensità della precipitazione, sensori di temperatura sulla sede stradale, sensore per la rilevazione di stato dell'asfalto (asciutto, bagnato, ghiaccio, tratto con sale, ecc...).

15.1.12 Impianto di telecontrollo e trasmissione dati

Il progetto dell'architettura del sistema di supervisione e telecontrollo asservito ad una nuova infrastruttura stradale si propone di:

- a) avere una configurazione in grado di coprire l'intero tracciato stradale interessato;
- b) avere una potenzialità di impianto in grado gestire il complesso delle grandezze controllate siano esse segnali di stato, grandezze di misura, immagini video o telefonia IP;
- c) utilizzare protocolli di comunicazione di tipo aperto e standardizzato in modo da consentire l'interfacciamento anche con nuovi sistemi trasmissivi;
- d) allestimento di un Centro di Presidio espandibile per configurazione e dotazione con lo scopo di monitorare lo stato di esercizio della tratta autostradale, interfacciare l'utenza lungo il tracciato autostradale, controllare da remoto i diversi stati di allarme provenienti dalle periferiche di campo, di alloggiamento dei quadri elettrici e dei nodi secondari e di concentrazione e comunicazione "IP".

La dorsale principale di "core" sarà costituita da un supporto fisico in f.o. di tipo monomodale multitubetto, con giunti ogni circa 3000 m e terminazione ai caselli ed ai nodi di rete principali. Saranno previsti collegamenti tra le carreggiate mediante attraversamenti stradali.

15.1.13 Alimentazione elettrica per stazioni di pompaggio

Per evitare eventuali allagamenti in corrispondenza dell'ubicazione di sottopassi la proposta prevede di realizzare degli impianti di sollevamento delle acque di piattaforma, con un

sistema di pompaggio opportunamente dimensionato al fine di accrescere la sicurezza stradale per l'utenza in transito. Per garantire la continuità di funzionamento anche in caso di black-out dell'Ente Fornitore dell'energia elettrica la proposta prevede l'installazione di un gruppo elettrogeno di potenza adeguata che garantisca il funzionamento con un'autonomia di almeno 4 ore.

15.1.14 Alimentazione elettrica da rete, in emergenza e di sicurezza

Il progetto prevede che gli impianti lungo tratta possano essere alimentati da rete dell'Ente gestore, in emergenza da gruppi elettrogeni e "in sicurezza" da gruppi statici di continuità. La mancanza di tensione da rete dell'Ente gestore può essere sopperita in modo automatico, mediante una commutazione di linea sull'alimentazione, da gruppo elettrogeno, di potenzialità tale da sostenere l'intero carico presente. Durante la fase di transizione per messa a regime del gruppo elettrogeno, o in presenza di una condizione mancato avviamento del gruppo elettrogeno stesso, i circuiti di sicurezza ed i servizi all'utenza (TVCC, PMV, controllo traffico, ecc.), è previsto possano essere mantenuti alimentati da "gruppi statici di continuità" che ne garantiranno la continuità di esercizio con autonomia minima di 60 minuti.

15.2 Impianti tecnologici in galleria

15.2.1 Impianto di illuminazione ordinaria

In ottemperanza alla Norma UNI 11095 che regola tutte le prescrizioni degli impianti di illuminazione in galleria, la proposta progettuale prevede un sistema di illuminazione ordinario realizzato con apparecchi illuminanti dotati di sorgente luminosa a DIODO LED. Come per gli impianti d'illuminazione esterna anche in questo caso, a fronte di un maggior costo di primo impianto, questa tipologia di lampada presenta il vantaggio di avere una durata di funzionamento di circa 50.000 ore in luogo delle 12.000 ore di funzionamento della lampada a scarica con tutti i vantaggi in risparmio energetico e manutenzione che ne derivano. Fanno parte di questi tipo di installazione i circuiti di illuminazione di rinforzo in ingresso al fornice e di "permanente". I sistemi d'illuminazione ordinaria si possono distinguere secondo il seguente schema:

- per gallerie di lunghezza da 0.00 m a 25.00 m: non sono previsti circuiti di illuminazione se non per sottopassi sulla viabilità di svincolo;
- per gallerie di lunghezza da 25.00 m a 75.00 m: n. 1 circuito di illuminazione permanente;
- per gallerie di lunghezza da 75.00m a 125.00m: n. 1 circuito di illuminazione permanente e n. 1 circuito di rinforzo in imbocco;

- per gallerie di lunghezza superiore a 125.00m: n. 2 circuiti di illuminazione permanente e n. 3 circuiti di rinforzo in imbocco;
- per gallerie di lunghezza superiore a 500.00m:n. 2 circuiti di illuminazione permanente, n. 3 circuiti di rinforzo in imbocco e n. 2 circuiti di rinforzo allo sbocco;

Gli impianti di illuminazione ordinaria saranno alimentati sia da rete dell'Ente gestore che da gruppo elettrogeno.

15.2.2 Impianto di illuminazione in emergenza

L'impianto d'illuminazione di emergenza sarà realizzato con parte degli apparecchi illuminanti componenti i circuiti di illuminazione permanente con lo scopo di ottenere un valore di luminanza sul piano stradale pari a 1 cd/mq. I circuiti d'illuminazione di emergenza saranno alimentati, oltre che dalla rete ENEL e da gruppo elettrogeno anche da un gruppo statico di continuità che ne garantirà il funzionamento con un'autonomia minima di 30 minuti (Linea Guida ANAS 10/2009) aumentabile a 60 minuti.

15.2.3 Impianto di illuminazione di sicurezza

L'impianto di illuminazione di sicurezza potrà essere realizzato in due modi distinti in funzione dei costi di primo impianto e di prima installazione. La soluzione indicata dalla Linea Guida ANAS 2009 prevede l'installazione, in una cava realizzata all'interno del profilo ridirettivo, di una guida ottica a DIODO LED di colore mutevole predeterminato "ad inseguimento", in modo da convogliare l'utenza in procinto di abbandonare il fornice di galleria verso le vie di fuga. Altra soluzione è rappresentata dall'installazione di borchie luminose sempre a DIODO LED ubicate sui piedritti di galleria ad altezza 1.50 m e ad interdistanza variabile in funzione delle caratteristiche del corpo illuminante e comunque non inferiore a 10.00 m integrata da opportuni corpi illuminanti per evidenziare le uscite di emergenza (es. luce verde). I circuiti di illuminazione di sicurezza saranno alimentati, oltre che dalla rete ENEL e dal gruppo elettrogeno anche da un gruppo statico di continuità che ne garantirà il funzionamento con una autonomia minima di 30 minuti aumentabile a 60 minuti (Linea Guida ANAS 10/2009).

15.2.4 Impianto di illuminazione di "pre-soglia"

In ottemperanza alla Norma UNI 11095, la proposta progettuale prevede, in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie, un sistema di illuminazione di "pre-soglia" con apparecchi illuminanti analoghi a quelli impiegati per gli svincoli, in modo da rendere più agevole l'ingresso dell'utenza all'interno del singolo fornice.

15.2.5 Impianto di TLC e regolazione del flusso luminoso apparecchi

Come per gli apparecchi illuminanti di svincolo, a maggior ragione, viste le quantità di pezzi in gioco, al fine di ottimizzare sia i consumi energetici sia le attività di manutenzione,

mantenendo efficienti nel tempo i requisiti illuminotecnici dell'impianto d'illuminazione, tutti i corpi illuminanti previsti in progetto potranno essere dotati di modulo di telediagnosi che permetterà di eseguire operazioni di regolazione del flusso di lampada, in funzione delle ore notturne di minor afflusso di traffico, e di avere la possibilità di monitorare lo stato di efficienza delle singole lampade, acquisendo in automatico informazioni sulla presenza di eventuali guasti con la possibilità di programmare gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria. Gli allarmi per mancato funzionamento saranno raccolti da centraline dedicate installate sui quadri di comando ed inviate al sistema di telecontrollo generale.

15.2.6 Impianto di ventilazione meccanica

Gli impianti di ventilazione delle gallerie di lunghezza superiore a 1000 m dovranno essere dimensionati, oltre che secondo i dettami della normativa vigente, anche secondo i parametri del PIARC. Visti i notevoli spessori dei ricoprimenti laterali e superiori, la soluzione progettuale propone l'adozione di un sistema di ventilazione longitudinale. I ventilatori saranno raggruppati a coppie/terne/quaterne in modo tale da permettere di lavorare nelle condizioni aerauliche più favorevoli in caso d'incendio. Le unità ventilanti dovranno essere in grado di operare alla temperatura di 400°C per un tempo minimo di 90' e saranno costruiti in acciaio inox AISI 316L. L'alimentazione elettrica ai ventilatori sarà di tipo "punto-punto" con un interruttore dedicato per singola unità sul quadro di bassa tensione, adottando la tensione d'alimentazione di 690V che permetterà di ottenere una riduzione sulle sezioni dei cavi con conseguente maggior praticità di lavorazione soprattutto per l'annegamento degli stessi dietro il profilo ridirettivo della galleria. Gli impianti di ventilazione avranno una alimentazione da rete ENEL e in emergenza da gruppo elettrogeno dedicato. I ventilatori saranno del tipo intelligente mediante centraline installate a bordo o in apposite nicchie contenenti l'elettronica per la regolazione della velocità di rotazione (inverter) e la misura dei parametri aeraulici e di monitoraggio principali (rilevatori di CO, NOX, opacità dell'aria, velocità e direzione del vento).

15.2.7 Impiantistica all'interno delle vie di fuga (by-pass pedonali)

Il progetto, in accordo con la Linea Guida ANAS 2009 considera i by-pass tra due fornici di galleria come luoghi sicuri temporanei, e prescrive una dotazione impiantistica che prevede oltre alla compartimentazione REI 120' tra i due fornici anche: l'impianto di illuminazione interna, l'impianto di video-sorveglianza interna (TVCC), l'impianto di diffusione sonora e di trasmissione messaggi radio, una stazione di segnalazione soccorso completa della postazione di fonia, pannello a messaggio variabile alfanumerico per le informazioni all'utenza in caso di evento, elettroserrature per la corretta chiusura dei singoli portoni tagliafuoco. Al fine di incrementare l'affidabilità del sistema e di ridurre i costi di manutenzione i by-pass saranno realizzati con una struttura modulare da inserire nell'opera

civile e connettere all'alimentazione elettrica ed alla rete dati. Essi saranno dotati di gruppo di continuità e sistema di gestione autonomi.

15.2.8 Impianti di pressurizzazione dei by-pass

All'interno di ogni by-pass la proposta progettuale prevede un sistema di pressurizzazione in grado di contrastare l'ingresso dei fumi generati da un incendio all'interno delle vie di fuga ed accesso preposte. Nella gallerie a doppia canna le vie di fuga preposte sono costituite dalla canna non interessata dall'incendio. Il sistema di pressurizzazione aspirerà aria dalla via protetta attraverso un sistema di filtrazione locale e manterrà in sovrappressione in modo indipendente ogni luogo sicuro della galleria. La dotazione di presa d'aria del sistema di pressurizzazione sarà speculare sui due sensi di marcia, ma operante in modo alternativo. Il sistema di ventilazione di ogni by-pass sarà alimentato dalla cabina elettrica in continuità assoluta ed in emergenza anche attraverso gruppo statico di continuità con autonomia non inferiore a 60 minuti.

15.2.9 Ritrasmissione del canale radio

Viste le opere insistenti sui vari tracciati stradali, e tenendo conto delle lunghezze delle gallerie attualmente allo studio, la proposta progettuale prevede l'installazione di un impianto di ritrasmissione del canale radio all'interno dei singoli fornicci che sarà realizzato tramite una postazione master all'esterno e gruppi di antenne per 118, VVF, Polizia Stradale e Gestore dell'arteria stradale. Saranno ubicati all'interno della galleria ulteriori armadi satellite per l'amplificazione e la realizzazione del segnale attraverso il cavo radiante fessurato. Tutta la funzionalità del sistema sarà riportata al Centro di Presidio della Committente.

15.2.10 Impianto di segnalazione soccorso

Come già descritto per le postazioni SOS lungo tratta, il progetto prevede di completare il sistema di segnalazione soccorso all'interno delle gallerie utilizzando il medesimo supporto fisico in fibra ottica e installando le postazioni periferiche di segnalazione soccorso ubicate in corrispondenza del piedritto destro all'interno di nicchie di ricovero ad una interdistanza massima l'una dall'altra di 150 m (Linea Guida ANAS 10/2009). Le colonnine SOS di galleria saranno equipaggiate con n. 2 pulsanti di richiesta soccorso, saranno del tipo a tecnologia "Voice Over IP".

15.2.11 Impianto TVCC e di controllo traffico

Le gallerie saranno dotate di un sistema di videosorveglianza TVCC con telecamere distribuite lungo la galleria. A supporto della gestione del traffico, il software per il rilevamento automatico del traffico dovrà essere in grado di segnalare automaticamente all'operatore un evento anomalo o critico accaduto all'interno della galleria. Sono previste ai

portali anche postazioni per il riconoscimento targhe finalizzate all'individuazione di veicoli adibiti al trasporto di merci pericolose ed alla rilevazione delle infrazioni con sistema tutor. Il sistema fornirà in automatico le seguenti informazioni/allarmi: traffico intenso, traffico rallentato, formazione di coda di veicoli, veicolo fermo, veicolo contromano, oggetto sulla carreggiata (con dimensione superiore a 1 mq), sequenza di immagini in corrispondenza di ogni evento, per una completa informazione la sequenza antecedente e successiva l'evento, conteggio e classificazione dei veicoli a fini statistici. L'elaborazione delle immagini e la fornitura dei dati/allarmi dovrà essere eseguita in tempo reale e dovrà sempre e comunque garantita la gestione TVCC dalla stessa telecamera. Il sistema di rilevamento dovrà inoltre fornire le seguenti informazioni: velocità di ogni veicolo nel punto di misura, velocità media dei veicoli nel punto di misura. I dati dovranno essere condivisi e registrati in cabina elettrica di galleria ed al Centro di Presidio. Tutti i valori dovranno essere memorizzati e disponibili per visualizzazione e stampa.

15.2.12 Impianto di rilevazione incendi

Tenuto conto delle altre installazioni di galleria e della presenza di un centro di presidio che monitora "in continuo" lo stato di funzionamento delle gallerie stesse e viste le capacità di rilevamento dei sistemi sul mercato, il progetto prevede, per tutte le gallerie della tratta autostradale della Valdastico Nord, un sistema di rilevazione incendi con supporto fisico di tipo "fibrolaser" che ha una scansione sulla progressiva di segnalazione dell'evento di qualche decina di centimetri, individuando quindi l'esatto punto di sprigionamento dell'incendio e quindi essere di concreto aiuto anche per i Vigili del Fuoco che si accingono ad entrare nel fornice. I segnali di allarme saranno raccolti da centraline dedicate ubicate all'interno delle cabine elettriche e saranno trasferite al sistema di telecontrollo che inizierà in automatico le procedure necessarie compresa la chiusura del fornice al transito.

15.2.13 Impianto di spegnimento incendi

La soluzione progettuale proposta sarà in linea con quanto previsto sia dal D.Lgs. 264/2006 sia con la Linea Guida ANAS 10/2009. Gli impianti di spegnimento incendi saranno previsti in tutte le gallerie aventi lunghezza superiore a 500m attraverso l'installazione di manichette antincendio UNI45 (associate alle cassette di segnalazione soccorso) con interdistanza di 150.00 m. Inoltre, ai singoli imbocchi, dovranno essere installate gli attacchi UNI70 per le motopompe dei Vigili del Fuoco. La condotta idrica di adduzione sarà di tipo "ad anello" in Polietilene (PEAD). In corrispondenza di ogni nicchia e piazzola sarà previsto un pozzetto con lo stacco verso l'idrante e una valvola d'intercettazione normalmente aperta, al fine di poter sezionare l'impianto in modo che una sola cassetta sia esclusa dal sistema. Per ogni galleria saranno previsti gruppi di pressurizzazione, per mantenere la condotta in pressione, ubicati in corrispondenza delle cabine elettriche così come i serbatoi di accumulo.

Nella galleria di Valico, al fine di garantire un idoneo grado di sicurezza, sarà installato un impianto supplementare di spegnimento degli incendi con monitori automatici distribuiti lungo la galleria, posti ad interasse di circa 42 m. L'innovativo sistema di spegnimento incendi sarà in grado di operare sia in maniera totalmente automatica che con telecomando da operatore remoto.

15.2.14 Cartellonistica retroilluminata interna

Per elevare il grado di sicurezza e completare l'informazione agli utenti in transito in galleria, il progetto prevede di predisporre una conveniente segnaletica retroilluminata, avente lo scopo di fornire diverse segnalazioni di sicurezza quali: presenza ed ubicazione di piazzole di sosta (in corrispondenza della piazzola e in preavviso a 250 m), direzione delle vie di fuga con relativa distanza ogni 75.00 m (alternativamente sui piedritti della galleria), ubicazione dei luoghi sicuri, ubicazione delle cassette SOS e delle postazioni idrante, ubicazione dei luoghi sicuri tra i due fornici, distanza minima di sicurezza tra veicoli (100 m), anche in presenza di condizioni di scarsa visibilità per presenza di fumi. I segnali luminosi dovranno essere conformi alle Norme del Nuovo Codice della Strada e del relativo Regolamento di esecuzione. Tutte le apparecchiature del sistema di segnaletica retroilluminata dovranno essere alimentate in continuità assoluta attraverso gruppo statico con una autonomia di funzionamento minima di 60 minuti.

15.2.15 Semafori all'esterno degli imbocchi

In corrispondenza degli imbocchi di galleria ad una interdistanza variabile tra i 100 m ed i 150 m, la proposta progettuale prevede un PMV di tipo a bandiera composto dalla lanterna semaforica a 3 luci e di pittogramma a messaggio variabile riportante lo stato di transitabilità delle corsie. La cartellonistica luminosa a pittogramma segnerà, oltre al messaggio base, le indicazioni di: lavori in galleria, code per presenza di veicoli fermi in galleria, incidente in galleria, galleria chiusa.

15.2.16 Impianto di telecontrollo e trasmissione dati

Il progetto dell'impianto di telecontrollo delle gallerie si inserisce in un contesto più ampio che prevede l'interconnessione dei sistemi analoghi all'esterno ed in corrispondenza delle barriere di esazione pedaggio nonché dei caselli intermedi dell'arteria in esame. Pertanto sarà necessario studiare e prevedere una architettura di sistema che riesca a colloquiare indifferentemente con tutti i componenti primari, secondarie con le apparecchiature "di campo" delle varie grandezze controllate siano esse segnali di stato, grandezze di misura, immagini video o telefonia IP. Il sistema di telecontrollo e supervisione di una galleria al momento può essere inteso come principio di funzionamento riguardo le opere da monitorare siano esse all'interno dei fornici o in cabina elettrica. Inoltre il sistema dovrà essere in grado di avviare le procedure "in automatico" ad esempio per l'inserzione del

sistema di ventilazione in caso di rilevato incendio o del recepimento della segnalazione di richiesta soccorso proveniente da una qualsiasi colonnina SOS in campo, ecc. Dove possibile saranno previsti sensori di tipo Wireless. Il sistema di gestione delle gallerie sarà dotato di specifici algoritmi, affidabili ed efficaci, per la gestione degli allarmi e per il controllo della ventilazione mirati alla sicurezza ed al risparmio energetico. Tra le caratteristiche principali il sistema deve: avere un protocollo di trasmissione di tipo "aperto" e non deve per i sottosistemi presenti "in campo" che poi dovrà essere convertito secondo i sistemi software del Committente, avere una potenzialità di estensione anche per future interconnessioni con altri sistemi "limitrofi" e/o cointeressati, avere un supporto fisico di trasmissione in fibra ottica che ne garantisce la trasmissione di tutte le informazioni da e per il centro di presidio per la corretta gestione dell'arteria, avere una componentistica hardware assolutamente compatibile con quanto già in essere presso il centro operativo del Committente e dovrà essere reperibile sul mercato per un tempo non inferiore ai 10 anni, avere un funzionamento il più possibile "in automatico" lasciando al personale addetto solo la facoltà di intervenire per le evenienze straordinarie.

15.2.17 Materiali da impiegare in ambiente di galleria

In questo contesto il progetto prevede che i materiali e le apparecchiature per le installazioni in galleria dovranno rispettare le prescrizioni della Linea Guida ANAS 10/2009, salvo gli apparecchi illuminanti che pur essendo in acciaio inox non hanno resistenza al fuoco (400°C per 90 min.). I ventilatori assiali dovranno avere il corpo ed i silenziatori in acciaio inox AISI 316L atti a superare la prova di resistenza al fuoco con il funzionamento alla temperatura di 400°C per almeno 2 ore. Le canaline portacavi dovranno essere realizzate in acciaio inox minimo AISI 304, e dovranno essere complete di coperchio, staffe di ancoraggio e pezzi speciali sempre in acciaio inox. Dovrà essere accuratamente evitato l'uso di acciai zincati che potrebbero diventare dannosi per la salute pubblica. I cavi in generale, ove gli spazi lo consentano, dovranno essere posati dietro il profilo ridirettivo della galleria posati all'interno di cavidotti in PE.a.D. a doppia parete (liscia internamente e corrugata esternamente, intervallati ad interdistanza prestabilita da pozzetti di derivazione e di transito per le alimentazione delle utenze sulla volta della galleria. I conduttori impiegati per i circuiti di alimentazione dei principali utilizzatori saranno del tipo: FG7(O)R/0,6-1kV per i circuiti esterni di illuminazione e di alimentazione esterna e per le linee montanti delle utenze di galleria posti dietro il profilo ridirettivo, FG7(O)M1, per i circuiti di cabina elettrica, FTG10M1, con resistenza al fuoco in caso di incendio (3 h a 750° C) per le utenze di galleria e per le utenze alimentate in emergenza dal gruppo statico di continuità.

15.2.18 Alimentazione elettrica da rete

L'alimentazione elettrica da rete, per gli impianti tecnologici di galleria, troverà collocazione all'interno delle cabine elettriche, ubicate possibilmente nelle immediate vicinanze degli imbocchi, ed eventualmente, nei casi di gallerie di lunghezza superiore a 6.000 m, anche all'interno di caverne realizzate in corrispondenza dei by-pass carrabili. In questo caso la scelta progettuale è vincolata alla disponibilità dell'Ente erogatore dell'energia elettrica, che potrebbe effettuare singoli allacciamenti in media tensione a 10/20kV per singola cabina elettrica, oppure concedere allacciamenti per singola galleria o gruppi di gallerie; in questo caso la connessione tra le varie cabine elettriche di utenza sarà realizzata con la stesura di un cavo di media tensione da ubicare in sede protetta con pozzetti di transito ad interdistanza predefinita. La trasformazione MT/BT sarà realizzata per mezzo di n. 2 trasformatori (di cui uno in riserva attiva dell'altro) alla tensione di 400/230V per gli impianti di illuminazione e servizi ed alla tensione di 690V per gli impianti di ventilazione.

Per quanto riguarda la galleria di Valico, vista la lunghezza dei fornici, il progetto prevede alimentazioni a 20 kV dedicate in corrispondenza degli imbocchi con un anello interno "chiuso" che colleghi le cabine elettriche di estremità con quelle intermedie interne alla galleria.

15.2.19 Alimentazione elettrica in emergenza

L'alimentazione elettrica in emergenza, sarà realizzata da gruppi elettrogeni in servizio continuo, aventi potenza commisurata all'entità del carico sotteso. La proposta prevede di avere gruppi elettrogeni dedicati per gli impianti di illuminazione e ventilazione (anche in funzione del diverso valore della tensione di alimentazione), ubicati in locali a compartimentazione REI 120'. In caso di fuori servizio dell'alimentazione da rete, i gruppi elettrogeni dovranno essere in grado di alimentare l'intero carico per almeno 24 ore. I criteri di sicurezza relativi al funzionamento rete/gruppo delle singole tipologie di impianto determineranno la scelta delle macchine e la relativa potenza nominale; per gli impianti di illuminazione e servizi la potenza dei trasformatori sarà pari a quella dei gruppi elettrogeni, per quanto riguarda gli impianti di ventilazione, il principio di funzionamento sarà scelto sulla base, di un dimensionamento ottimale dell'impianto in esercizio ed in emergenza, e di un criterio costi-sicurezza che consideri anche i costi di esercizio e di allaccio alla rete elettrica.

Per quanto riguarda la galleria di Valico, l'alimentazione in emergenza sarà realizzata mediante gruppi elettrogeni ubicati all'interno delle due cabine elettriche di estremità e da una linea di media tensione dedicata che raggiungerà tutte le cabine interne ai by-pass che attraverso trasformatori, anch'essi dedicati, riporteranno la tensione di utilizzazione a 400V/690V per l'alimentazione dei singoli utilizzatori.

15.2.20 Alimentazione elettrica degli impianti di sicurezza

Durante la fase di transizione tra la mancanza di alimentazione da rete e la messa a regime del gruppo elettrogeno, o in presenza di una condizione di non servizio del generatore, i circuiti di sicurezza (principalmente: illuminazione di sicurezza, segnalazione soccorso, TVCC e controllo traffico, rilevazione inquinanti, rilevazione incendio e telecontrollo) verranno alimentati da un "gruppo statico di continuità" che ne garantirà l'esercizio con una autonomia di funzionamento non inferiore a 60 minuti.

15.2.21 Alimentazione elettrica degli impianti di sicurezza

Durante la fase di transizione tra la mancanza di alimentazione da rete e la messa a regime del gruppo elettrogeno, o in presenza di una condizione di non servizio del generatore, i circuiti di sicurezza (principalmente: illuminazione di sicurezza, segnalazione soccorso, TVCC e controllo traffico, rilevazione inquinanti, rilevazione incendio e telecontrollo) verranno alimentati da un "gruppo statico di continuità" che ne garantirà l'esercizio con una autonomia di funzionamento non inferiore a 60 minuti.

15.2.22 Impianto di filtrazione delle polveri

All'interno della galleria di Valico, il progetto prevede due impianti dedicati per la filtrazione delle polveri create dagli automezzi in transito finalizzati a migliorare la visibilità in galleria ed a ridurre l'impatto ambientale. I sistemi saranno del tipo a precipitazione elettrostatica per il particolato compreso tra PM1 e PM10 per il quale questo sistema offre rendimenti di abbattimento superiori al 97% per le particelle più piccole. Sarà valutata la possibilità di installare le centrali di filtrazione all'interno del fornice stesso attraverso la realizzazione di un by-pass laterale dove andranno ad alloggiare tutte le apparecchiature. L'espulsione dell'aria filtrata potrà avvenire con la reimmissione dell'aria filtrata all'interno del fornice stesso.

15.2.23 Tutor

Sarà prevista la predisposizione per un sistema per il monitoraggio della velocità dei veicoli in galleria avente funzione di prevenzione degli incidenti.

15.2.24 Gestione dinamica del traffico

Attraverso la segnaletica in galleria ed all'esterno è possibile effettuare deviazioni di traffico o riduzioni del numero di corsie. E' inoltre previsto un sistema di variazione del limite di velocità basato su condizioni di pericolo (illuminazione non funzionante, condizioni atmosferiche) realizzato mediante pittogrammi variabili opportunamente distribuiti lungo il tracciato.

15.3 Impianti tecnologici fabbricati di casello

15.3.1 Impianti elettrici

Il progetto per la realizzazione degli impianti elettrici all'interno dei fabbricati di casello, prevede: impianti elettrici nel fabbricato di casello per luce e f.m., impianto di cablaggio strutturato per sistemi di telefonia e trasmissione dati, impianti di antintrusione, rivelazione incendi e controllo accessi, impianto di protezione secondaria contro le sovratensioni all'interno dei quadri, impianto di terra, linee di alimentazione in partenza dal quadro generale di cabina elettrica, linee di distribuzione generale per l'alimentazione puntuale delle utenze insistenti sulle isole delle porte e delle cabine di esazione pedaggio, impianti elettrici asserviti agli impianti meccanici per l'alimentazione delle utenze tecnologiche dei sistemi di regolazione previsti in dotazione al fabbricato di stazione ed alle cabine di esazione pedaggio, predisposizioni di cavidotti per sistemi di esazione automatica del pedaggio sulle isole attrezzate con porte per il controllo automatizzato dei transito, corpi illuminanti interni all'edificio di casello, al cunicolo di servizio e sulle pensiline delle cabine di esazione pedaggio, predisposizione per una cabina virtuale di esazione, all'interno del fabbricato casello, per la chiusura delle operazioni contabili e di controllo degli esattori a fine turno.

15.3.2 Impianti meccanici

Il progetto per la realizzazione degli impianti meccanici all'interno dei fabbricati di casello, prevede: l'impianto di climatizzazione estiva ed invernale dell'edificio casello, l'impianto di ventilazione e pressurizzazione delle cabine di esazione pedaggio, gli impianti di trattamento dell'aria primaria delle cabine di esazione pedaggio, gli impianti di trattamento dell'aria primaria dell'edificio casello, l'impianto igienico sanitario con distribuzione di acqua calda e fredda, le reti di scarico e ventilazione primaria degli impianti igienico sanitari, l'impianto antincendio, l'impianto di igienizzazione dei bagni dell'edificio casello destinati al pubblico.

15.3.3 Cablaggio strutturato

All'interno dei fabbricati di casello verranno realizzati impianti con cablaggio strutturato. Esso deve conformarsi in modo rigoroso alle raccomandazioni fisiche ed elettriche di maggiore prestazione delle norme internazionali ISO/IEC 11801- 2^a Edizione EN 50173-1 EIA-TIA 568 B2.1 10 e prendere in considerazione le raccomandazioni del Costruttore per il sistema scelto. Le dorsali di campus dovranno essere realizzate in fibra ottica ABF, con un'adeguata struttura di supporto atta a contenere fibre di qualsiasi tipologia (multimodali o monomodali) ed in grado di preservare la durata dell'investimento. Il cablaggio orizzontale deve comportare collegamenti in rame a quattro coppie non schermati e prevedere la possibilità di un eventuale futuro collegamento alternativo in fibra ottica fino alla stazione operativa. Il cablaggio verticale (Dorsale), tra i diversi piani dei diversi edifici e i due centri centro stella di edificio, dovrà essere costituito da collegamenti in fibra ottica, per le

applicazioni dati fonia (VoIP) e immagini. Le prestazioni del sistema di cablaggio saranno stabilite dalla verifica dei parametri elettrici nel modello "Channel" mediante l'utilizzo delle bretelle di permutazione on site. Le specifiche generali sono le seguenti:

- il sistema adottato garantirà il supporto del 10GBase-T IEEE802.3an su cablaggio schermato U/FTP utilizzando cavi a profilo ridotto;
- il sistema adottato garantirà la possibilità di implementare le evoluzioni tecnologiche, attraverso l'uso delle fibre ottiche;
- garantirà facilità di gestione e di espansione della rete in caso di spostamenti, interruzioni o malfunzionamenti;
- renderà disponibile un sistema integrato di comunicazione indipendente sia dagli apparati di trasmissione utilizzati (computer, videocamere, rilevatori di presenze, sistemi di allarme, ecc.) che dai protocolli trasmissivi utilizzati (Ethernet, Token Ring, TCP/IP, ecc.);
- Il cablaggio dovrà essere conforme alle normative EIA/TIA-568B2.1 -10. alla normativa Internazionale ISO/IEC 11801 – 2^a Edizione 2.1 ed Europea EN 50173 2^a Edizione, (European Norms emesso dal Comitato Tecnico TC 115 CENELEC);
- si farà riferimento per quanto riguarda le norme di installazione, la topologia, i mezzi trasmissivi, le tecniche di identificazione dei cavi, la documentazione e le caratteristiche tecniche dei prodotti impiegati agli standard, EN 50174;
- Ogni postazione lavoro dovrà essere dotata di minimo due cavi per il supporto dati e fonia se non diversamente comunicato si consideri un TO ogni 10m²
- Ogni postazione lavoro dovrà essere dotata di un micro dotto da 5mm come predisposizione della fibra ottica al Posto di Lavoro FTTH;
- Si dovrà inoltre fare riferimento alle norme EIA/TIA-TSB-67, EIA/TIA-TSB-72, EIA/TIA-TSB-75, EIA/TIA 606.
- i cavi e tutti gli altri componenti in rame specifici del cablaggio strutturato dovranno essere testati in campo con strumentazione Level IIIe conformi alle IEC 61935;

il cablaggio sarà realizzato in tipologia U/FTP in Categoria 6A 10GPlus/ Class EA con le seguenti specifiche:

- Struttura e configurazione della rete con lunghezze dei link;
- Caratteristiche elettriche degli elementi di cablaggio;
- Prestazioni degli elementi di cablaggio e dei link;

- Requisiti necessari cui devono soddisfare gli elementi di cablaggio: NEXT, Power Sum NEXT, ACR, Power Sum ACR, FEXT, Power Sum FEXT, ELFEXT, Power Sum ELFEXT, Attenuation, Return Loss, Delay Skew e Propagation Delay.AXTALK;

Per alcune applicazioni è desiderabile ed è permesso che siano implementate delle connessioni dirette tra centri stella di edificio o tra centri stella di piano. Come può essere utilizzata la combinazione di più funzioni in un unico centro stella. Quando sono presenti le due tipologie di cablaggio si ha la possibilità di sfruttare la ridondanza di collegamento su percorsi alternativi. La distanza tra il centro stella di comprensorio (CD) ed il centro stella di piano (FD) non deve eccedere i duemila metri. La distanza tra il centro stella di edificio (BD) e il centro stella di piano (FD) deve essere al massimo di 500 metri. La soluzione progettuale proposta ha lo scopo di essere assolutamente integrata alla filosofia progettuale dell'intera opera e quindi facilmente gestibile e rapidamente aggiornabile anche in tempi successivi e senza aggravii di costi. Pertanto è stata prevista la tecnologia ABF Air Blown Fiber ovvero predisposizione di tubazioni (macro dotti) atte a contenere le fibre ottiche attraverso procedura di soffiaggio mediante aria compressa. Quindi mediante l'utilizzo di tubicini vuoti saranno raccordati ad "anello" tutti gli armadi contenenti le apparecchiature di Networking attive e passive. Le fibre ottiche potranno essere soffiate all'interno dei microdotti a due vie per un massimo di 12 unità singole cadauno, in tipologia mista oppure in unica soluzione scelta tra le fibre OM1-OM2-OM3-OM4 OS1-OS2 a standard CENELEC standard ISO o ITU-T G651 (MM), ITU-T G655 (SM) o ITU-T G652 (SM). Il cablaggio orizzontale comprende l'insieme di collegamenti che vanno dal centro stella di piano (FD) alla presa utente (TO), ovvero:

- permutatore posto nell'armadio di piano;
- cavo di collegamento tra permutatore e placca d'utente;
- connettori installati sulla presa utente;
- bretelle di permutazione sia lato armadio di piano che lato presa utente;
- tubazione Blolite (o similari) in predisposizione per fibra ottica soffiata ABF.