



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 illustrativa

Progressivo Rev.

01 01 01 001 A0

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA -
00	Agosto 2011	Prima Emissione	TECHNITAL	I. Sorio	A. Renso	NOME FILE 2505_010101001_0101_0PP_A0.doc
A0	Settembre 2011	Verifica art. 112 D.Lgs 163/06	TECHNITAL	I. Sorio	A. Renso	CM 2505 ELAB. 010101010101
						Fg. 0101 LIV. 0PP REV. A0

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

Committente:



Progettazione:

CONSORZIO RAETIA



PROGETTO PRELIMINARE

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

I N D I C E

PREMESSA	7
A. FINALITA' DELL'INTERVENTO E SCELTA DELLE ALTERNATIVE	9
A.1 MOTIVAZIONI GIUSTIFICATIVE DELLE NECESSITÀ D'INTERVENTO E FINALITÀ DA CONSEGUIRE	9
A.2 DESCRIZIONE GENERALE DELLE SOLUZIONI ANALIZZATE	15
A.2.1 STUDI E INDAGINI PRELIMINARI	15
A.2.1.1 Inquadramento infrastrutturale ed analisi trasportistica	15
A.2.1.2 Inquadramento territoriale e urbanistico	21
A.2.1.3 Vincoli di natura archeologica	25
A.2.1.4 Inquadramento geologico	27
A.2.1.5 Inquadramento idrogeologico	34
A.2.1.6 Idrologia	36
A.2.1.7 Idraulica	39
A.2.1.8 Principali interferenze con le reti tecnologiche	43
A.2.1.9 Principali interferenze con le linee ferroviarie in esercizio ed in programma	48
A.2.1.10 Espropri	51
A.2.1.11 Materiali da costruzione - cave e discariche	53
A.2.2 SOLUZIONI PROGETTUALI ANALIZZATE	59
A.2.2.1 Tracciato T1, da Piovene Rocchette a Lavis, con collegamento alla A22	63
A.2.2.2 Tracciato T2, da Piovene Rocchette a Pergine Valsugana, con collegamento alla S.S. 47 ed alla Tangenziale di Trento	71
A.2.2.3 Tracciato T3, da Piovene Rocchette a Trento, con collegamento alla A22 in corrispondenza del nuovo casello di Trento Sud	75
A.2.2.4 Tracciato T4, da Piovene Rocchette a Besenello, con collegamento alla A22	78
A.2.2.5 Tracciato T5, da Piovene Rocchette a Rovereto Sud, con collegamento alla A22 in corrispondenza del casello di Rovereto Sud	81
A.2.2.6 Tracciato T6, da Piovene Rocchette a Trento	85
A.2.2.7 Caratteristiche geometriche e funzionali delle sezioni tipo	90
A.2.2.8 Caratteristiche geometriche dell'asse principale	100
A.2.2.9 Analisi comparativa dei tracciati secondo i criteri di Lamm	105
A.2.2.10 Opere d'arte maggiori: ponti e viadotti	107
A.2.2.11 Opere d'arte maggiori: gallerie	119
A.2.2.12 Opere d'arte minori	129
A.2.2.13 Varianti di tracciato nel tratto Piovene Rocchette - Lastebasse	135
A.2.2.14 Aspetti generali della Sicurezza in Galleria	139
A.2.2.15 La dotazione impiantistica	139
A.3 SINTESI DELLE PRIME VALUTAZIONI AMBIENTALI	149
A.4 STIMA DEI COSTI DEGLI INTERVENTI	150

A.5	MOTIVAZIONI A SUPPORTO DELLA SOLUZIONE PRESCELTA	151
B.	PROGETTO DELLA SOLUZIONE SELEZIONATA	155
B.1	L'INFRASTRUTTURA STRADALE E LE OPERE MAGGIORI	155
<i>B.1.1</i>	<i>Descrizione del tracciato selezionato</i>	<i>155</i>
<i>B.1.2</i>	<i>Principali dati del tracciato selezionato</i>	<i>165</i>
<i>B.1.3</i>	<i>Descrizione della sezione tipo</i>	<i>166</i>
<i>B.1.4</i>	<i>Descrizione delle principali opere del tracciato selezionato</i>	<i>168</i>
B.1.4.1	Ponti e viadotti	168
B.1.4.2	Gallerie naturali	177
B.1.4.3	Gallerie artificiali	183
B.1.4.4	Edifici e strutture a corredo dell'opera	185
B.1.4.5	Dotazione impiantistica	193
B.1.4.6	Le opere di mitigazione ambientale	196
B.2	FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO ED INDAGINI ESEGUITE E DISPONIBILI	200
<i>B.2.1</i>	<i>Studio del traffico</i>	<i>200</i>
<i>B.2.2</i>	<i>Idrologia</i>	<i>202</i>
B.2.2.1	Modello idrologico del torrente Astico	202
B.2.2.2	Analisi delle portate dell'Adige	204
B.2.2.3	Analisi delle portate corsi d'acqua secondari	205
B.2.2.4	Analisi delle portate sistema di drenaggio	206
<i>B.2.3</i>	<i>Idraulica</i>	<i>207</i>
B.2.3.1	Torrente Astico	207
B.2.3.2	Torrente Assa	208
B.2.3.3	Fiume Adige	208
<i>B.2.4</i>	<i>Smaltimento e trattamento acque di piattaforma</i>	<i>210</i>
<i>B.2.5</i>	<i>Indagini geognostiche</i>	<i>213</i>
<i>B.2.6</i>	<i>Geologia e geomorfologia</i>	<i>217</i>
<i>B.2.7</i>	<i>Idrogeologia</i>	<i>221</i>
<i>B.2.8</i>	<i>Geotecnica e geomeccanica</i>	<i>223</i>
<i>B.2.9</i>	<i>Sismica</i>	<i>228</i>
<i>B.2.10</i>	<i>Vincoli storici, artistici, archeologici e paesaggistici</i>	<i>230</i>
<i>B.2.11</i>	<i>Valutazioni preliminari sullo stato della qualità dell'ambiente</i>	<i>232</i>
<i>B.2.12</i>	<i>Disponibilità di aree ed immobili</i>	<i>236</i>
<i>B.2.13</i>	<i>Interferenze con pubblici servizi</i>	<i>237</i>
<i>B.2.14</i>	<i>Elementi di cantierizzazione</i>	<i>240</i>
B.3	INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO	243
B.4	CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE	244
B.5	INDICAZIONI SU ACCESSIBILITÀ, UTILIZZO E MANUTENZIONE DELLE OPERE, DEGLI IMPIANTI E DEI SERVIZI	247
C.	ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI	250
C.1	CALCOLI ESTIMATIVI GIUSTIFICATIVI DELLA SPESA	250

C.2	EVENTUALE ARTICOLAZIONE IN TRATTE FUNZIONALI	253
C.3	QUADRO ECONOMICO	254
C.4	SINTESI DELLE FORME E DELLE FONTI DI FINANZIAMENTO	255

Indice delle tabelle

Tabella 1: bilanci sommari dei materiali per ciascun tracciato	54
Tabella 2: riutilizzi del materiale scavato per ciascun tracciato	54
Tabella 3: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T1	69
Tabella 4: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T2 (per il tratto in nuova sede).....	74
Tabella 5: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T3	77
Tabella 6: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T4	80
Tabella 7: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T5	84
Tabella 8: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T6 completo	88
Tabella 9: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T6 nei due tratti principali che lo compongono	89
Tabella 10: valori del parametro W in funzione della classe di contenimento	95
Tabella 11: lunghezze massime e minime dei rettifili nei 6 tracciati esaminati	100
Tabella 12: valori massimi e minimi dei raggi delle curve circolari nei 6 tracciati esaminati	101
Tabella 13: valori massimi e minimi delle pendenze longitudinali nei 6 tracciati esaminati.....	102
Tabella 14: lunghezze delle corsie specializzate di accelerazione e decelerazione.....	104
Tabella 15: gli sviluppi in galleria di ciascun tracciato	119
Tabella 16: Incidenza delle sezioni tipo di avanzamento	121
Tabella 17: Tratti di avanzamento con scavo meccanizzato, e indicazione degli interventi previsti	122
Tabella 18: Confronto tra i tempi di scavo dei tracciati esaminati, al netto dei tempi necessari per i consolidamenti e l'impermeabilizzazione	122
Tabella 19: Tempi di scavo complessivi per i sei tracciati esaminati.....	123
Tabella 20: confronto percentuale tra gli importi totali di ciascun tracciato.....	150
Tabella 21: Tabella riepilogativa di analisi qualitativa dei tracciati esaminati	154
Tabella 22: viadotti e loro lunghezze.....	168
Tabella 23: gallerie naturali e loro lunghezze.....	177
Tabella 24: gallerie artificiali e loro lunghezze	183
Tabella 25: risultati della modellazione idrologica con Clark e Snyder per Tr 100 e 200 anni	203
Tabella 26: valori di portata nei tratti per l'analisi idraulica, secondo i metodi di Clark, Snyder e metodo trentino.....	203
Tabella 27: Portate al colmo di piena, Tr 30.....	204

Tabella 28: Portate al colmo di piena, Tr 200.....	204
Tabella 29: Portate al colmo di piena, Tr 500.....	204
Tabella 30: tabella riassuntiva dei valori di portata di progetto per il reticolo secondario interferito	205
Tabella 31: numero e tipologia dei cantieri.....	241
Tabella 32: quadro economico del progetto preliminare	254

Indice delle figure

Figura 1: foto del tratto esistente della A31.....	10
Figura 2: foto dei cantieri di costruzione del tratto a Sud – costruzione viadotto strallato sul fiume Adige	10
Figura 3: rete dei corridoi paneuropei	11
Figura 4: corografia schematica del quadro di riferimento territoriale	12
Figura 5: Planimetria dell’area di studio. In evidenza la porzione di rete stradale interessata dalle osservazioni.	16
Figura 6: Sezioni (S) e Nodi (N) interessati soggette ad osservazione.....	17
Figura 7 Grafo della rete modellizzata – scenario di riferimento	18
Figura 8: mappa della densità dei siti archeologici.....	26
Figura 9: corografia schematica dei tracciati esaminati.....	62
Figura 10: il “corridoio” nell’area industriale di Cogollo del Cengio sul quale si inserisce il tracciato con la galleria S. Agata	64
Figura 11: il fondovalle dell’Astico con la presenza di opere idrauliche, centrali idroelettriche ed aziende agricole	65
Figura 12: all’uscita della galleria S. Pietro si trova un pendio recentemente rimodulato, il sito della cava con un sostegno per produzione idroelettrica ed il torrente Astico canalizzato	66
Figura 13: la zona dell’interconnessione con la A22 a Lavis, dalla quale si evince la presenza del viadotto autostradale (A22) sull’Adige, il ponte tubo di un metanodotto e la pista ciclabile arginale	69
Figura 14: grafico degli sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T1.....	70
Figura 15: la S.S. 47 in un tratto ammodernato con la commistione di diverse funzioni: fermata della linea bus, attività alberghiera a ridosso della sede stradale, con ridotta o assente corsia di decelerazione.....	73
Figura 16: un tratto a carreggiate separate della S.S. 47 con vista sul viadotto Crozi per la direz. Padova	73
Figura 17: grafico degli sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T2 (per il tratto in nuova sede).....	74
Figura 18: il torrente della val di Centa con in lontananza il nuovo viadotto che collega le due sponde	76
Figura 19: grafico degli sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T3.....	77
Figura 20: l’area di interconnessione con la A22: il versante della montagna lungo il quale il tracciato si adagia prima dell’imbocco, la zona di svincolo e il tratto di SS12 e ferrovia da superare in viadotto	79
Figura 21: grafico degli sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T4.....	80
Figura 22: la valle dell’Astico ad Arsiero vista verso sud-est (zona del viadotto Arsiero e galleria Cavigiojo)	82

Figura 23: la valle del Terragnolo e le valli laterali, caratteristiche per l'acclività e la scarsa accessibilità	83
Figura 24: grafico degli sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T5.....	84
Figura 25: la galleria Piè di Castello sulla A22, con sezione stradale senza la corsia di emergenza	86
Figura 26: grafico degli sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T6 completo	88
Figura 27: sezioni tipo in rilevato, trincea e mezza costa per la A31 Nord.....	92
Figura 28: tabella con le indicazioni sulla tipologia di barriera di sicurezza da adottare	93
Figura 29: problematiche dello smaltimento acque in curva in caso di adozione di barriera centrale di tipo New Jersey, mono o bifilare.....	95
Figura 30: sezione trasversale dell'impalcato in c.a.p.	108
Figura 31: sezione trasversale dell'impalcato a struttura mista acciaio-calcestruzzo	109
Figura 32: alternative tipologiche di riferimento per il Viadotto Piovene.....	112
Figura 33: l'ipotesi progettuale del viadotto Adige	115
Figura 34: tabelle riepilogative dei viadotti per ciascun tracciato.....	118
Figura 35: tabelle riepilogative delle gallerie per ciascun tracciato	128
Figura 36: elementi tipologici del cavalcavia a struttura integrale	131
Figura 37: elementi tipologici del cavalcavia a struttura composta con impalcato del tipo bitrave.....	131
Figura 38: elementi tipologici del cavalcavia a struttura composta con impalcato a via di corsa inferiore.....	133
Figura 39: simulazione paesaggistica verso nord dell'area dello svincolo e delle aree di servizio di Velo d'Astico.....	157
Figura 40: simulazione su foto aerea dell'area dello svincolo di Valle dell'Astico	160
Figura 41: simulazione su foto aerea dell'area dello svincolo di interconnessione con la A22.....	164
Figura 42: elementi compositivi la piattaforma stradale	166
Figura 43: sezione tipologica dell'impalcato a struttura mista acciaio calcestruzzo per una carreggiata.....	169
Figura 44: elementi geometrici della pila tipologica	170
Figura 45: fondazioni speciali per le pile in golena del torrente Astico.....	170
Figura 46: modellazione tridimensionale del viadotto Piovene	172
Figura 47: rendering del viadotto Piovene	172
Figura 48: foto del modello reale in scala della campata ad arco sul fiume Adige	176
Figura 49: rendering del viadotto Adige nel tratto di sovrappasso del fiume	176
Figura 50: sezione tipo in galleria naturale con scavo tradizionale.....	178
Figura 51: sezione tipo in galleria naturale con scavo meccanizzato	178
Figura 52: schema di una fresa utilizzata per lo scavo in sotterraneo a piena sezione.....	180
Figura 53: l'Astico come elemento caratterizzante delle forme architettoniche proposte	185
Figura 54: rendering delle proposte di arredo delle aree di servizio Astico.....	187
Figura 55: simulazione dell'area dello svincolo di Valle dell'Astico.....	188

Figura 56: rendering dell'area del centro di manutenzione e casello di valle dell'Astico ed area di servizio Lavarone, con in primo piano vista anche del viadotto autostradale Molino.....	190
Figura 57: rendering del casello di Valle dell'Astico	191
Figura 58: rendering del centro di manutenzione di Besenello	192
Figura 59: Tipologico barriera antirumore in plastica riciclata e PMMA.....	198
Figura 60. Esempio di sezione di resistività elettrica ottenuta da un sondaggio MT.	216
Figura 61: 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 (Vs30>800 m/s; cat. A, punto A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.20.....	228
Figura 62: un muflone avvistato durante un odee sopralluoghi ricognitivi in corrispondenza dell'Astico	234
Figura 63: Cronoprogramma	246

PREMESSA

L'autostrada A31 fu pensata negli Anni '60 come una necessaria connessione tra il sistema Padano – Veneto e le aree europee a nord, attraverso la connessione con la A22 “del Brennero”, e l'Italia centrale, tramite il sistema autostradale nazionale.

Il primo progetto per la realizzazione dell'opera fu predisposto nel 1968 e prevedeva un tracciato che si sviluppava tra le province di Rovigo, Vicenza e Trento. A nord, in particolare, il tracciato s'innestava sulla strada statale 47 della Valsugana, nei pressi di Pergine Valsugana (TN), e tramite essa si connetteva all'autostrada A22 del Brennero.

Tale tracciato è raffigurato nella “Corografia tracciati storici”, allegata al presente progetto.

In riferimento al progetto iniziale, nel 1970 fu perfezionata l'originaria concessione di costruzione e gestione dell'autostrada A31.

Il blocco delle costruzioni autostradali intervenuto nel 1975 lasciò l'opera incompleta, in esercizio per un tratto di circa 36 km tra Vicenza e Piovene Rocchette (VI) ma mancante dei collegamenti alla maglia autostradale, relegandola ad una funzione di adduzione verso la A4 più che a quella di una vera e propria autostrada.

Autostrada Brescia Verona Vicenza Padova S.p.A., successivamente subentrata nella titolarità della concessione dell'intera A31 Rovigo – Vicenza – Trento, ha riattivato le iniziative per il completamento verso sud (Vicenza – Rovigo) alla fine degli anni '90, per poi giungere all'apertura dei cantieri nel 2005: il tratto sud è attualmente in avanzata fase realizzativa.

Per quanto riguarda il completamento verso nord da Piovene Rocchette a Trento, nel 1995 è stato predisposto un progetto definitivo che individuava il tracciato tra Piovene Rocchette e Besenello (TN), con connessione diretta all'A22 del Brennero.

Le iniziative finalizzate alla realizzazione di tale progetto, tuttavia, non ebbero seguito.

Il tracciato del progetto del 1995 è anch'esso raffigurato nella “Corografia tracciati storici”.

Nel 2007, inoltre, fu avviata la progettazione riferita ad un raccordo autostradale di soche doveva unire Piovene Rocchette (VI) con la ex strada statale 350 in Comune di Velo d'Astico (VI), il cui tracciato s'inseriva nel corridoio previsto per il completamento autostradale, ma, al prospettarsi del riavvio delle iniziative per il completamento del tratto autostradale, la progettazione è stata sospesa.

Anche a fronte dell'inserimento del completamento verso nord dell'A31 nel Programma delle Infrastrutture Strategiche del 2010, le iniziative finalizzate alla realizzazione del completamento autostradale hanno avuto nuovo impulso con il riavvio delle attività progettuali.

L'attuale progetto preliminare del completamento a nord dell'autostrada A31 ha previsto una prima fase di scelta del tracciato, nell'ambito della quale sono state formulate sei ipotesi alternative, tutte con il medesimo punto iniziale posizionato in corrispondenza dell'attuale termine dell'autostrada, ma con diversi punti terminali che si innestano sempre sull'autostrada A22 "del Brennero" con raccordi diretti o indiretti, ed una seconda fase nella quale è stato sviluppato ed approfondito a livello di progettazione preliminare il tracciato che è stato individuato come preferibile tra quelli analizzati.

A. FINALITA' DELL'INTERVENTO E SCELTA DELLE ALTERNATIVE

A.1 MOTIVAZIONI GIUSTIFICATIVE DELLE NECESSITÀ D'INTERVENTO E FINALITÀ DA CONSEGUIRE

L'autostrada A31, detta anche "della Valdastico", è un'opera inserita nell'elenco di quelle poste in concessione alla Società Autostrada Brescia Verona Vicenza Padova, in base alla vigente convenzione con l'ANAS. Il proseguimento a nord della A31 è infrastruttura di preminente interesse nazionale ai sensi della Legge 443/2001 essendo inserita nel Programma delle Infrastrutture Strategiche del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – 8° Allegato Infrastrutture del 2010, approvato dal CIPE con deliberazione del 18-11-2010.

Attualmente l'autostrada A31 si può suddividere in 3 tratti:

▪ **Tratto esistente:** inizia con l'interconnessione di Vicenza con l'autostrada A4 e termina al casello di Piovene Rocchette per una lunghezza complessiva di 36,4 km.

▪ **Tratto in costruzione "A31 Sud":** inizia con l'interconnessione di Vicenza con l'autostrada A4 e si sviluppa verso Sud fino a collegarsi con la S.S. 434 Transpolesana (che verrà inserita nell'Autostrada Regionale Nogara (VR) – Mare Adriatico) in Comune di Canda, Provincia di Rovigo. Il tratto ha una lunghezza pari a 54,1 km.

▪ **Tratto in progettazione "A31 Nord":** è l'oggetto della presente progettazione; inizia in corrispondenza dell'attuale punto terminale di Piovene Rocchette e prevede uno sviluppo verso nord seguendo diverse alternative di tracciato, con sviluppi variabili tra 39 e 57 km.

Il tratto esistente ed in esercizio fu costruito nei primi anni '70, coniugando forse per la prima volta nel panorama autostradale l'esigenza di un asse di tale rango con le opere di mitigazione ambientale. L'apertura al traffico avvenne nel corso del 1974, lasciando però intendere che il tratto rappresentava un primo intervento di uno più generale volto a collegare Rovigo con Trento.

L'autostrada si presenta con una sezione trasversale a due corsie per senso di marcia, con quattro svincoli Vicenza Nord, Dueville, Thiene-Schio e Piovene Rocchette (termine attuale a nord), mentre a sud l'autostrada A31 si interconnette con il sistema dell'autostrada A4.



Figura 1: foto del tratto esistente della A31

Successivamente prese corpo la prosecuzione verso sud che venne avviata con l'apertura dei cantieri nell'aprile 2005, tesa a collegare l'attuale interconnessione A31/A4 con la S.S. 434 "Transpolesana" in Comune di Canda (RO), statale che verrà trasformata nell'Autostrada Regionale Nogara (VR) - Mare Adriatico.



Figura 2: foto dei cantieri di costruzione del tratto a Sud – costruzione viadotto strallato sul fiume Adige

Il tratto di prosecuzione a nord, verso Trento, ha rappresentato storicamente il tratto di più difficile realizzazione, sia per l'orografia del territorio che richiede il ricorso a notevoli opere in sotterraneo con il conseguente ricarico sui costi di investimento, sia per la mancata definizione del punto terminale, da sempre oggetto di diverse valutazioni socio-economiche e politiche spesso tra di loro contrastanti.

Tuttavia oggi alla luce del completamento a sud della A31, appare inevitabile iniziare il percorso progettuale, decisionale e costruttivo che porti alla realizzazione del completamento a nord, per diversi ordini di motivi che vengono di seguito elencati.

1. **Effetto “rete”**: è del tutto evidente che un tronco autostradale risulti chiaramente sottoutilizzato se non è opportunamente collegato alle estremità al sistema autostradale nazionale. Il prolungamento a sud sembra aver definitivamente innescato il processo di messa a rete della A31, evolvendo così da un tronco che adduce al sistema, ad un più efficace collegamento autostradale che permette un positivo effetto sul decongestionamento sia dell’autostrada A4 (nel tratto Verona - Vicenza) sia sull’autostrada A22 (nel tratto Trento - Verona). In questo senso va forse meglio analizzato il sistema autostradale complessivo dell’area trentino-veneta: l’autostrada A4 si trova infatti a svolgere un effetto di asse mediano della pianura padana sulla direttrice ovest-est, con più a nord l’asse della “Pedemontana” e a sud l’asse della Nogara – mare Adriatico e della Cremona – Mantova, mentre il collegamento nord – sud viene lasciato alla A22, coadiuvata dalla A31, generando con tutte le opere a regime un sistema relazionale complessivo che verrebbe a superare il concetto direzionale nord-sud ed ovest-est trasformandosi in una maglia che assolverebbe meglio anche allo scambio di media percorrenza. In questo senso il nuovo tratto autostradale deve essere considerato a tutti gli effetti come un **potenziamento dei collegamenti tra i corridoi europei n. 1 e n. 5.**



Figura 3: rete dei corridoi paneuropei

2. **Opere in corso di esecuzione/programmazione**: l’effetto di messa in rete della A31 si integra in un più ampio scenario di ordine programmatico, con la realizzazione di infrastrutture quali la Pedemontana Veneta e l’Autostrada Regionale Medio Padana Veneta Nogara (VR) – Mare Adriatico, interconnessa direttamente alla A31 Sud.

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



Figura 4: corografia schematica del quadro di riferimento territoriale

3. **Miglioramento dei collegamenti autostradali tra Veneto e Trentino**: il collegamento tra i due principali corridoi paneuropei multimodali Berlino Palermo n. 1 e Lisbona – Kiev n. 5 avviene in territorio italiano in corrispondenza dell'interconnessione autostradale tra la A4 e la A22 in Provincia di Verona, determinando un forte scambio relazionale 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. Il proseguimento a nord della A31, collegando le province di Vicenza e Trento, permette agli utenti autostradali che devono percorrere itinerari con origine Vicenza o ad est di Vicenza e destinazione Trento o a nord di Trento e viceversa, anziché di transitare lungo la A4 nella tratta da Vicenza a Verona e lungo la A22 nella tratta da Verona a Trento per una lunghezza complessiva di circa 147 km, di utilizzare la nuova infrastruttura con riduzione della lunghezza dell'itinerario a circa 85 km, con minori percorrenze per 62 km e un risparmio di tempo di circa 35 minuti. Ne deriva un'evidente facilitazione nelle relazioni tra il Veneto centro/orientale ed il Trentino, con conseguenti benefici di natura socio-economica. I vantaggi descritti assumono dimensioni ancor più consistenti per quanto riguarda il territorio vicentino a nord del capoluogo. Il nuovo tratto a nord della A31 apre altresì una possibilità alternativa al collegamento Vicenza-Trento, particolarmente importante in eventuali momenti di congestione della A22 per incidenti, cantieri o traffico intenso. I benefici di fluidificazione del traffico sia sull'A4 nel tratto Vicenza - Verona che sulla A22 nel tratto Verona – Trento produce anche su queste tratte autostradali un positivo effetto in termini di riduzione dei tempi di percorrenza e miglioramento delle condizioni di sicurezza.

Si consideri, inoltre, la riduzione del pedaggio del collegamento autostradale conseguente all'accorciamento dell'itinerario, all'incirca valutabile presuntivamente in 3,3 € per i veicoli leggeri e circa 8,1 € per i veicoli pesanti. Non da ultimo si evidenziano i vantaggi ambientali su vasta area conseguenti alla riduzione complessiva dei chilometri percorsi, in particolare per quanto attiene la riduzione delle immissioni inquinanti.

4. **Riflessi sulla socioeconomia locale**: il territorio attraversato dal tratto a sud in fase di costruzione e dal tratto a nord in corso di progettazione, seppur nella loro diversità territoriale, presentano affinità socio economiche legate al limitato sviluppo

antropico derivante dalle difficoltà tipiche del luogo: terreno di pianura solcato da numerosi di canali di scolo e dislocazione dei centri abitati legati alla storia agricola del contesto che ne ha “polverizzato” la distribuzione, nel primo caso; orografia tipica del contesto prealpino, con fondovalle confinato tra pendici montuose molto acclivi e con un livello di infrastrutturazione costituito da un unico asse principale che storicamente ha svolto la funzione di collegamento intervallivo, nel secondo caso. L’arrivo di una nuova infrastruttura autostradale potrebbe in un simile contesto di riferimento innescare un processo di potenziamento dell’economia dei territori attraversati, i quali troverebbero nell’infrastruttura la risposta al collegamento con i centri produttivi e commerciali di primo piano, oggi particolarmente difficoltoso in termini di tempi di percorrenza. Va anche segnalato come la realizzazione dell’A31 nord apporterà positivi effetti di decongestionamento anche sulla viabilità non autostradale, in particolare sulla SS 47 della Valsugana, effetto particolarmente consistente se si considera la prossima realizzazione della Superstrada Pedemontana Veneta: pertanto l’ambito di influenza della A31 Nord sulla viabilità locale supera la Valle dell’Astico, determinando positivi effetti su una maglia di evidenti maggiori dimensioni.

5. L’intervento, che “chiude” la rete autostradale, rappresenta infine il completamento di un’opera "incompiuta" da oltre 35 anni.

A.2 DESCRIZIONE GENERALE DELLE SOLUZIONI ANALIZZATE

A.2.1 STUDI E INDAGINI PRELIMINARI

A.2.1.1 Inquadramento infrastrutturale ed analisi trasportistica

Lo studio trasportistico è stato elaborato al fine di valutare il 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, 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, figura tra gli interventi di preminente interesse nazionale essendo l'opera inserita nell'elenco delle opere di rilevanza strategica del Cipe nel 2010.

Lo si è evoluto attraverso 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 dell'evoluzione della movimentazione delle merci.

Obiettivo finale dello studio è supportare la fase di progettazione, valutando la domanda sulla nuova infrastruttura, articolato nel dettaglio delle differenti ipotesi di tracciato e su diverse soglie temporali per valutarne gli impatti sull'ambiente, sul sistema viario e della mobilità.

La prima fase ha puntato a recepire tutti i dati che concorrono alla definizione di un modello di rete, attraverso:

- statistiche ISTAT, con particolare riferimento agli spostamenti relativi alla mobilità sistemica, su base regionale, provinciale e comunale;
- pubblicazioni AISCAT e Statistiche autostradali, fornite da Autostrade del Brennero e

da Autostrada Brescia – Verona – Vicenza - Padova relative ai flussi classificati (leggeri e pesanti - commerciali) sulle tratte comprese tra Rovereto Sud e Brennero (A22) e tra Padova Ovest e Brescia (A4) e matrici classificate relative all'intera estesa autostradale italiana che prevedano relazioni di origine o destinazione afferenti i caselli della A31;

- monitoraggio del traffico e serie storica dei dati di traffico elaborati dagli enti proprietari e gestori delle strade interessate dal progetto;
- indagine ad hoc, mediante l'esecuzione di conteggi classificati di traffico.

Nel mese di marzo 2011 è stata condotta un'indagine ad hoc mediante l'esecuzione di conteggi classificati di traffico, rilevando i veicoli transitati in corrispondenza di 10 postazioni, suddivise in 3 nodi e 7 archi stradali bidirezionali. L'obiettivo della rilevazione era la ricostruzione delle caratteristiche della domanda espressa sul sistema con riferimento ad un periodo di normale funzionamento (periodo invernale - primaverile, giorni feriali e festivi, intera giornata).

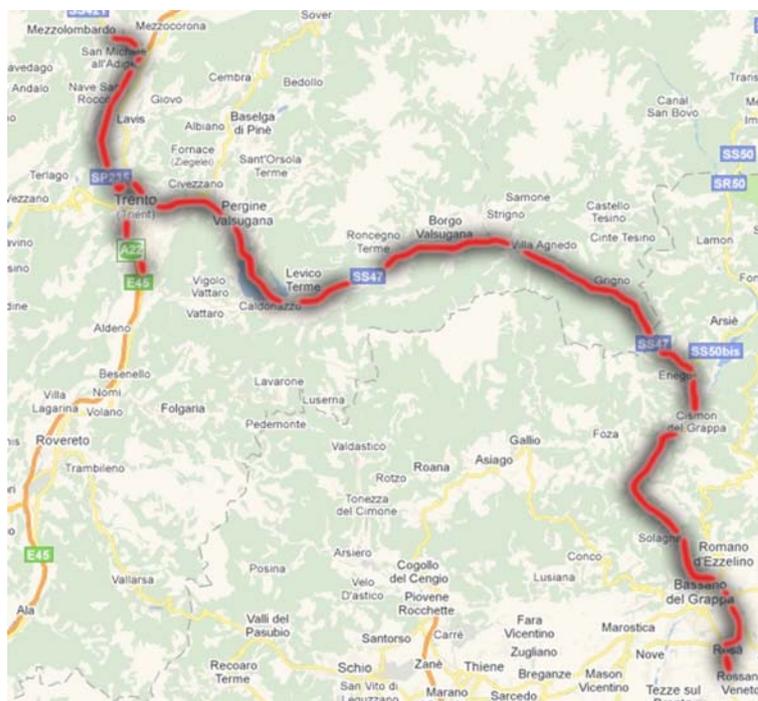


Figura 5: Planimetria dell'area di studio. In evidenza la porzione di rete stradale interessata dalle osservazioni.

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

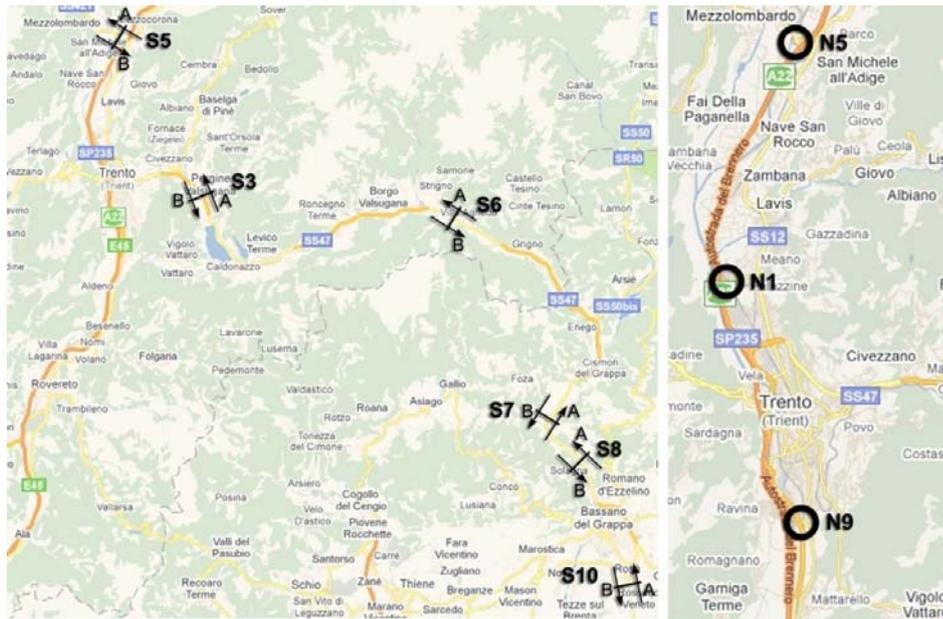


Figura 6: Sezioni (S) e Nodi (N) interessati soggette ad osservazione.

Lo studio di traffico si avvale di un modello matematico di simulazione. Un modello di traffico consente la ricostruzione affidabile del traffico sui rami della rete oggetto di studio a partire da pochi - selezionati - dati e permette un'efficace rappresentazione dell'interazione tra domanda di traffico e offerta di infrastrutture disponibili (oltre alla simulazione di diversi scenari di intervento), consentendo di stimare il livello di servizio per ciascun ramo della rete, cioè di quantificare l'efficacia della proposta. Nel caso specifico dello studio in oggetto, è stato utilizzato **Emme/3 transportation planning software**, tra i più autorevoli e diffusi modelli di traffico e sistemi di supporto alle decisioni in materia di pianificazione dei trasporti attualmente a disposizione, utilizzato dalle più prestigiose università del mondo, dalle più importanti società di ingegneria dei trasporti e dalle Municipalità dei trasporti di numerose e importanti città: Los Angeles, Washington, San Paolo del Brasile, Mosca sono solo alcuni esempi.

L'implementazione del modello procede attraverso i tre seguenti passi preliminari:

- la ricognizione dell'offerta di trasporto a disposizione e la schematizzazione in un grafo, cioè in un insieme di nodi (le intersezioni, gli incroci stradali) ed archi orientati (i tronchi di strada omogenei);
- la quantificazione dei flussi veicolari che fanno uso di tale offerta, e cioè l'identificazione della domanda di traffico (attraverso la ricostruzione delle matrici origine e destinazione degli spostamenti);
- e infine l'analisi dell'interazione tra domanda e offerta, cioè la rappresentazione dei

flussi sulla rete stradale a disposizione, previa calibrazione dello strumento ottenuto mediante un processo iterativo che procede dal confronto tra i dati osservati e i valori modellizzati dei flussi di traffico su alcune sezioni di controllo.

Vengono simulate distintamente due categorie di domanda (assegnazione tipo multiclass), i veicoli leggeri e i veicoli commerciali, caratterizzate da diversi valori del tempo percepito e da differenti costi operativi dei veicoli (e da differenti tariffe in particolare), ma entrambe assoggettate – come nella situazione reale – alla medesima congestione delle reti, che risultano in condivisione.

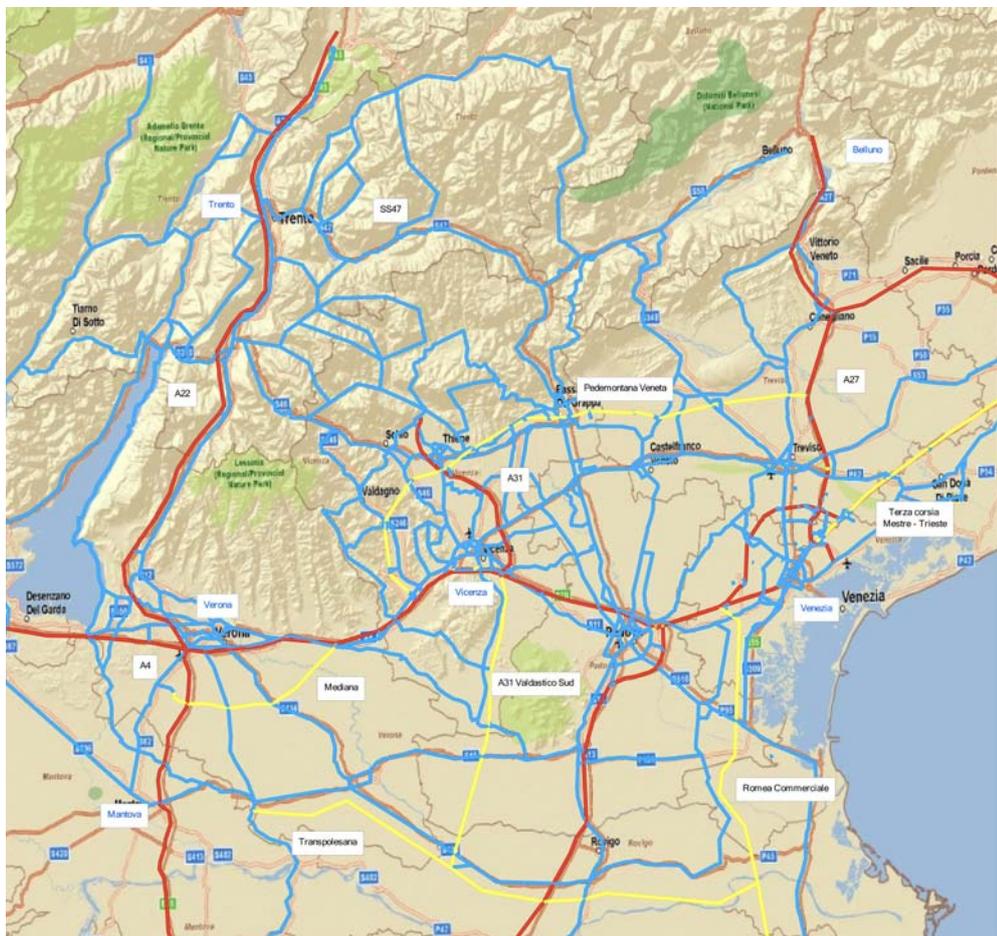


Figura 7 Grafo della rete modellizzata – scenario di riferimento

Lo scenario di progetto analizzato si articola nello studio di cinque varianti di tracciato:

- tracciato T1/T2 da Piovene Rocchette (VI) a Lavis (TN), con collegamento alla A22 o alla S.S. 47 della Valsugana rispettivamente;
- tracciato T3 da Piovene Rocchette (VI) a Trento, con collegamento alla A22 in corrispondenza del nuovo casello di Trento Sud;
- tracciato T4 da Piovene Rocchette (VI) a Besenello (TN), con collegamento alla A22;
- tracciato T5 da Piovene Rocchette (VI) a Rovereto Sud (TN), con collegamento alla A22 in corrispondenza del nuovo casello di Rovereto Sud;
- tracciato T6 da Piovene Rocchette (VI) a Trento (TN), con collegamento alla A22 ed istituzione di un tratto di variante alla A22 tra i caselli di Trento Sud e Trento Centro, lasciando l'attuale sedime al solo servizio dei caselli cittadini.

Negli scenari sono state implementate le "idee" progettuali che caratterizzano l'area di studio, in modo da avere un quadro coerente con l'evoluzione del sistema. Sono così state considerate, a titolo di esempio, la Superstrada Pedemontana Veneta, la prosecuzione della Valdastico a Sud, la Mediana veronese, l'Autostrada Regionale Veneta Nogara – Mare Adriatico, la Romea Commerciale, la realizzazione della terza corsia lungo la A4 nel tratto Mestre – Trieste e l'apertura del nuovo casello Trento Sud, avvenuta nel corso della redazione dello studio.

L'analisi dello studio relativo al quadruplicamento ferroviario del valico del Brennero è stato di particolare interesse nella valutazione 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. In questo modo si è caratterizzata l'opzione di espansione denominata bassa: si è stimata 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%.

Il modello di traffico ha consentito di implementare le assegnazioni relative allo scenario di progetto nell'ora di punta del mattino di un giorno feriale medio, in corrispondenza rispettivamente delle due soglie temporali di previsione: 2021 (anno di entrata in esercizio) e 2031 (quale scenario di medio termine). Per i flussi grammi relativi si rimanda all'elaborato specifico dello studio del traffico.

In sintesi le conclusioni che si possono trarre dallo studio trasportistico evidenziano come i

tracciati che più contribuiscono a sgravare la rete ordinaria risultano quelli codificati T3, T4 e T6, con Veicoli teorici medi dell'ordine dei 15-16.000 al 2021 fino a superare la soglia dei 22.000 al 2031, nel giorno feriale medio, mentre nel giorno festivo è risultato migliore il tracciato T1 (con l'innesto sulla A22 realizzato più a nord).

Il tracciato meno performante è risultato il T5 (innesto sulla A22 in corrispondenza di Rovereto) con valori di TGM pressoché dimezzati. In genere si è osservato che i TGM per tratta aumentano all'approssimarsi all'interconnessione a Trento, con incrementi dell'ordine del 15%.

I risparmi dei tempi di percorrenza tra alcune relazioni O/D caratteristiche sono risultati certamente rilevanti, dell'ordine del 30-40%, fino a sfiorare il 50% nel giorno festivo (tracciato T3).

A.2.1.2 *Inquadramento territoriale e urbanistico*

Inquadramento territoriale

Il sistema relazionale dell'alta Italia è strutturato su un impianto infrastrutturale costituito da assi con andamento est – ovest e assi longitudinali nord – sud, ortogonali ai precedenti, a formare una rete il cui ammagliamento è ancora da completare in quanto alcuni archi risultano solo progettati e non ancora realizzati.

La descrizione della rete è sintetizzabile come segue:

- Il *“corridoio plurimodale pedealpino padano”* individuato dal Piano Generale Trasporti, originariamente rappresentato dalla S.S.11, dall'autostrada A4 e dalla ferrovia TO–MI–VE–TS, (TEN 5) risulta oggi ulteriormente implementabile con la realizzazione del Sistema Tangenziale Lombardo e dall'omologo Veneto (SI.TA.VE); oltre a tale potenziamento *“in asse”* il corridoio si è allargato a comprendere di fatto anche le infrastrutture della fascia medio-padana, a sud, e quelle della fascia pedemontana a nord:
 - La fascia medio-padana, nella quale si sono consolidati i flussi assegnati alla A21 (CR-PC-TO), troverà continuità di itinerario nel programma delle nuove autostrade regionali, in Lombardia la Cremona–Mantova ed in Veneto la Nogara–Mare.
 - Nella fascia nord trovano collocazione la *“Pedemontana Lombarda”* a ovest, e la *“Pedemontana Veneta”* a est, con differenti tempistiche di realizzazione, ma con pari strategie funzionali di raccolta, drenaggio e scorrimento dei flussi veicolari *“alti”* a nord della *“linea delle città”* capoluogo.

Gli itinerari orizzontali della maglia infrastrutturale si dispongono pertanto su tre quote di latitudine con specifiche caratteristiche funzionali, e vengono interconnesse dagli assi longitudinali - storici e di nuova progettazione - che completano la rete.

- In area lombardo-veneta le principali connessioni in essere, ortogonali al sistema precedentemente descritto, sono costituite dall'arco del *“corridoio plurimodale dorsale-centrale”* afferente la direttrice del Brennero a partire da Modena, dalla A13 e dall'(incompleto) itinerario dell'E45 che sfiocca nelle due direttrici di Trieste e Tarvisio. A queste si aggiungono le previsioni relative a due infrastrutture *“trasversali”* confluenti sulla direttrice del Brennero:
 - il TI.BRE a ovest (con attestamento sotto Verona);
 - l'Autostrada A31 nord della *“Valdastico”* a est (attestantesi sulla A22 fra Rovereto e Trento) e A31 sud (attestamento sulla Transpolesana/Nogara-

mare a Badia Polesine) i cui andamenti si prestano ad “aprire” il sistema relazionale su ambiti territoriali più vasti (portualità Tirrenica a Livorno-La Spezia e Adriatica a Chioggia-Porto Levante-Porto Garibaldi).

Per quanto attiene in particolare l’area veneta va considerato come l’arco nord della Valdadastico vada a completare sul versante occidentale della regione il pettine delle trasversali fra fascia pedemontana e corridoio centrale che nel quadrante orientale è costituito dalla A27 (Venezia-Belluno) e dalla A28 (Conegliano–Portogruaro–Pordenone).

Inoltre assicura alla fascia pedemontana da Schio a Bassano, a Montebelluna, a Conegliano / Treviso una connessione privilegiata con il sistema atesino, liberando la S.S. 47 Valsugana dai traffici –parassitari– di attraversamento e restituendola alle economie (anche ambientali) di fondovalle.

Nell’ottica infine di sostenere l’economia delle aree montane con politiche di “serravalle” il prolungamento dell’autostrada nella valle dell’Astico da un lato, la possibilità di realizzare un accesso privilegiato ad aree “interne” (vedi ad esempio nel Comune di Caldonazzo) dall’altro, crea le condizioni per contrastare la tendenza all’abbandono di aree deboli (specie in periodi di crisi), rafforzando i presidi insediativi e socioeconomici del territorio nella più autentica interpretazione della funzione delle infrastrutture.

Le strategie relazionali connesse all’architettura dell’interconnessione A31 – A22, evidenziano un gerarchia funzionale degli scambi che individua nei movimenti nord – sud la componente privilegiata (spostamenti di lunga percorrenza in by-pass a Trento) e nelle connessioni lato est (“Valdadastico”) quelle interprovinciali.

Inquadramento urbanistico

I comuni interessati dai sei tracciati di progetto sono 33, di cui 9 nella Provincia di Vicenza e 24 nella Provincia di Trento.

I primi 7 chilometri sono comuni a tutti e sei i tracciati; in prossimità della chilometrica 7,100 si stacca verso ovest in comune di Arsiero il tracciato T5. Poi più a nord in prossimità della progressiva 24,400 in comune di Lavarone si biforcano i tracciati T1+T2 (proseguendo verso nord-ovest), T3+T6 (proseguendo verso nord), T4 (proseguendo verso ovest).

Per ognuno dei 33 comuni interessati dalle sei alternative progettuali e per altri 8 comuni ricadenti in una fascia di 1000 metri è stato acquisito il PRG vigente completo di cartografia e norme tecniche di attuazione; nella provincia di Vicenza ove disponibili sono stati acquisiti anche il PI e il PAT redatti ai sensi della LR 11/2004.

Sono state prodotte due serie di tavole in scala 1:20.000:

- **Carta Stralcio dei PRG.** Sono rappresentati i fogli raster dei PRG comunali con sovrapposto le sei ipotesi progettuali;
- **Mosaico degli strumenti urbanistico.** Il contenuto del mosaico è riportato su tavole in scala 1:20.000, relativamente alle sei ipotesi. 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.

In particolare si è arrivati alla redazione delle Carte analizzando ed accorpando tutte le voci di PRG in destinazioni d'uso quanto più omogenee possibile.

Analizzando singolarmente i tracciati, è possibile fornire una lettura delle tratte a cielo aperto che vanno a interferire con i territori attraversati, le destinazioni d'uso previste negli strumenti urbanistici e il sistema di vincoli e criticità derivabili dagli strumenti di programmazione e pianificazione locale comunale (PRG e successivi).

Rimandando alla relazione specialistica sull'urbanistica per maggiori approfondimenti, si possono trarre le seguenti considerazioni di sintesi.

L'analisi delle destinazioni urbanistiche delle aree interessate dai tracciati è di fondamentale importanza nella scelta del tracciato preferenziale, poiché solo l'alternativa che coniuga meglio gli obiettivi di funzionalità trasportistica, minor costo e minor impatto ambientale con gli indirizzi della pianificazione urbanistica sarà realmente coerente e compatibile con le sollecitazioni espresse dai territori attraversati.

Dall'analisi di dettaglio delle principali interferenze dei tracciati con le destinazioni d'uso stralciate dai piani urbanistici emerge che i tracciati che meglio coniugano gli obiettivi di sostenibilità ambientale ed urbanistica con le esigenze di carattere trasportistico ed economico sono il T4 ed il T6.

Il tracciato T6 è il secondo per lunghezza (km 55,01) ma in realtà si attesta nella Valdadige dopo 42 Km (la galleria di by-pass di Trento, di m. 9.150, è funzionale solo ai traffici passanti e non con origine-destinazione nel capoluogo atesino) e risulta idoneo a servire anche il territorio di Rovereto e perfino l'Alto Garda e non prevalentemente le relazioni da / per il

Brennero, come invece avviene per il T1.

Degli altri tracciati si può sinteticamente rilevare come il T2 non solo imponga pesanti interventi di riqualificazione / potenziamento / ottimizzazione della S.S. 47 Valsugana che riducono solo in parte i costi ma non l'intrusività dell'infrastruttura in ambiti insediativi consolidati, per approdare sul congestionato impianto tangenziale di Trento, già oggi di difficile "lettura" e percorrenza.

Il T3 comporta un sovraccarico diretto della A22 a sud dell'attuale galleria Bondone, la cui sezione non consente la realizzazione della 3° corsia dinamica in fase di implementazione da parte del Concessionario Autobrennero.

Infine il T5, attestandosi a Rovereto sud, premia principalmente le relazioni stagionali con l'Alto Garda, senza determinare significativi benefici al sistema relazionale della Valdadige e del Brennero (modesti benefici all'entroterra di Arsiero relativamente alla connessione con Castana).

A.2.1.3 Vincoli di natura archeologica

I dati raccolti hanno permesso di redigere una carta che documenta tutti i siti e le aree di interesse archeologico presenti nel territorio d'indagine. E' stata quindi analizzata la densità dei siti presenti producendo una carta tematica nella quale si evidenziano una serie di zone di concentrazione delle evidenze archeologiche e che quindi sono, potenzialmente a maggior rischio. Attraverso l'analisi della densità dei siti e tenendo conto dei già noti modelli di frequentazione del territorio in epoca antica, sul piano abitativo, produttivo e funerario, sono state evidenziate 9 aree di rischio potenziale, che vengono in gran parte a coincidere con le zone di densità maggiore.

Sulla base dei dati raccolti e della loro analisi è possibile proporre una classificazione del grado di ipotetico impatto archeologico per ogni singolo tracciato. La tabella riportata di seguito sintetizza le quantità di siti, vincoli (archeologici), aree di tutela e aree ipotetiche di rischio archeologico in rapporto a ciascun tracciato. Da essa si può desumere che i tracciati T5 e T4 sono quelli che, all'interno del buffer di 1 km, intercettano il minor numero di siti, di vincoli e di aree di tutela, quindi si può affermare che essi siano quelli che hanno un potenziale di rischio archeologico più basso. Gli altri, invece presentano un rischio archeologico più elevato con un grado crescente partendo dal T2, al T6, al T1 fino ad arrivare al T3.

Tracciati	Sviluppo complessivo	Sviluppo totale tratti all'aperto (c+d)	Quantità siti	Quantità vincoli	Quantità aree tutela	Quantità aree rischio
	[m]	[m]				
Tracciato T1	57300,00	11683,00	37	3	4	3
Tracciato T2	42560,00	10718,00	28	3	2	2
Tracciato T3	44350,00	11026,00	42	3	4	3
Tracciato T4	39300,00	10393,00	21	3	3	2
Tracciato T5	40850,00	8779,00	20	3	0	2
Tracciato T6	55000,00	13536,00	26	7	9	5

Calcolando la quantità totale di siti, vincoli archeologici, aree di tutela e aree di rischio ipotetico per ogni singolo tracciato e mettendola in rapporto con i relativi chilometri di opere all'aperto è stato elaborato un "coefficiente di potenziale rischio archeologico" che permette di redigere una graduatoria dei tracciati che va dal potenziale minore (coefficiente più basso) al potenziale maggiore (coefficiente più alto).

Tracciati	Sviluppo complessivo	Sviluppo tratti all'aperto	Coefficiente di potenziale rischio
	[km]	[km]	
T4	39,300	8,779	2,79
T5	40,850	10,393	2,85
T2	42,560	10,718	3,27
T6	55,000	13,536	3,47
T1	57,300	11,683	4,02
T3	44,350	11,026	4,72

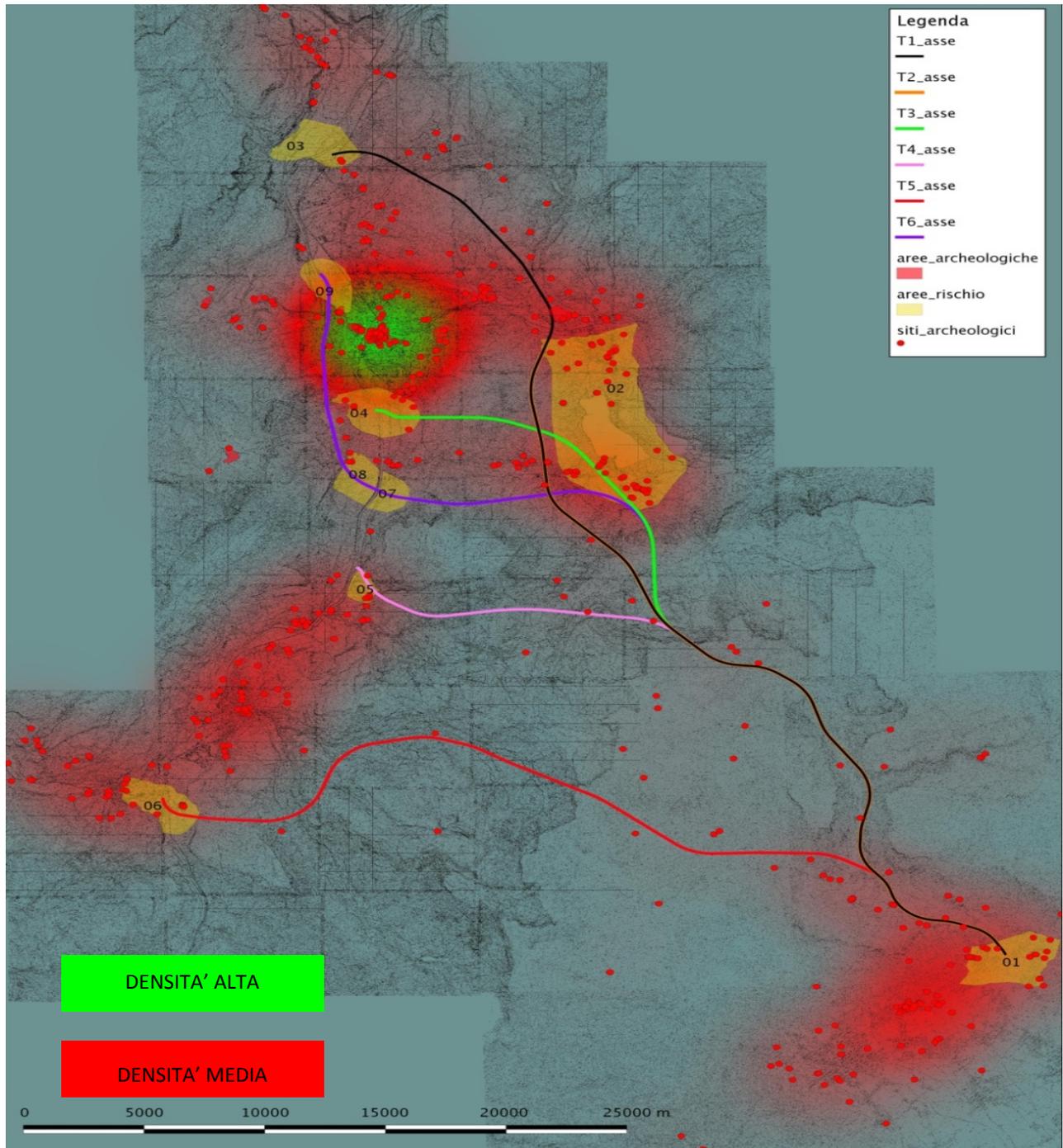


Figura 8: mappa della densità dei siti archeologici

A.2.1.4 Inquadramento geologico

L'area sulla quale insistono i tracciati alternativi studiati è molto vasta e complessa dal punto di vista geologico: nella fase di "Scelta dei Tracciati" è stata redatta una documentazione geologica costituita da:

- relazione geologica;
- carta geologica e geomorfologica;
- profili geologici;
- carta idrogeologica;
- profili idrogeologici.

La documentazione è stata predisposta sulla base del carteggio allegato al progetto a base di gara e di materiale bibliografico reperito presso Enti vari, Università, Comuni ed altri enti territorialmente competenti.

Una valida integrazione è venuta dalle indagini geognostiche disponibili. Si tratta in particolare di:

- n° 28 sondaggi ubicati lungo la Valdastico, allegati al progetto a base di gara e relativi a campagne degli anni 1995 e 2005. Sono comprensivi di stratigrafie, prove in sito ed analisi di laboratorio su campioni rimaneggiati ed indisturbati.
- n° 244 sondaggi reperiti presso la banca dati del servizio geologico della Provincia Autonoma di Trento, ubicati in trentino in corrispondenza o nell'intorno dei tracciati selezionati. Sono comprensivi di stratigrafie, risultati prove SPT, indicazioni di eventuale strumentazione installata e profondità della falda idrica.

Sulla base delle informazioni disponibili è stata redatta una prima cartografia geologica, successivamente sottoposta a verifica ed integrazione tramite il lavoro di n. 4 squadre di rilevatori composte da n. 2 uomini ciascuna. I rilievi sono stati eseguiti nei mesi di marzo – aprile 2011, ed hanno interessato tutti i tracciati selezionati al fine di garantire un livello di conoscenza comune.

Il lavoro di campagna ha previsto anche l'esecuzione di rilievi geostrutturali con misura delle caratteristiche fisiche, meccaniche e geometriche delle rocce e delle relative discontinuità.

Il quadro emerso è ampiamente compatibile con il livello progettuale, ed ha permesso la stesura dei profili geologici, dei profili geotecnici e geomeccanici, di valutare l'interazione opere terreni, di affinare ed adeguare i tracciati e le opere, di individuare le caratteristiche essenziali e le maggiori criticità di ogni tracciato e delle opere principali.

Dal punto di vista geologico generale la successione stratigrafica è rappresentata da formazioni rocciose di età compresa tra il Carbonifero ed il Miocene, ricoperte da termini quaternari continentali riconducibili essenzialmente a depositi morenici, fluvio – glaciali e fluviali e di versante.

Nel dettaglio la successione stratigrafica, dal termine più antico al più recente, è la seguente (i numeri a lato sono i codici identificativi riportati in legenda, carta geologica e nei profili geologici):

- Basamento cristallino – 28 (pre – Permiano)
 - Paragneiss e Porfiroidi – 28b e 28c*
 - Filladi e filladi quarzifere – 28a*
 - Scisti quarzoso – sericitici – 28a*
- Complesso vulcanico atesino – 27 (Permiano)
- Formazione a Bellerophon/Arenarie di Valgardena – 26 (Permiano sup. – inf.)
- Arenarie di Val Gardena (Permiano medio – Permiano superiore)
- Formazione a Bellerophon (Permiano superiore)
- Formazione di Werfen – 25 (Scitico)
- Formazione a Gracilis/Dolomia del Serla Inferiore - 24 (Pelsonico – Scitico)
- Dolomia del Serla inferiore (Scitico – Anisico inferiore)
- Formazione a Gracilis (Anisico inferiore – Pelsonico)
- Conglomerato di Voltago – 23 (Pelsonico – Anisico inferiore)
- Dolomia della Valsugana – 22 (Pelsonico – Illirico inferiore)
- Formazione di Giovo/Formazione del Contrin – 21a (Anisico medio – Illirico sup.)
- Calcari scuri di Margon – 21 (Illirico sup. – Illirico inf.)
- Marne della Val di Centa – 20 (Illirico sup.)
- Calcari della Val Gola – 19 (Longobardico – Fassanico)
- Formazione a Trinodosus/Calcere di Recoaro – 18 (Anisico)
- Formazione dello Sciliar – 17bis (Anisico sup. – Ladinico)
- Formazione a Nodosus/Calcere di Monte Spitz – 17 (Ladinico inf.)
- Vulcaniti indifferenziate – 16 (Ladinico)

- Dolomia del Sindech – 15 (Carnico inf. – Ladinico)
- Gruppo di Raibl – 14b (Carnico)
- Dolomia Principale – 14a (Retico – Carnico sup.)
- Calcari Grigi – 13b (Lias medio – inf.)
- Gruppo di S. Vigilio – 13a (Bajociano – Aleniano)
- Rosso Ammonitico – 12 (Cenomaniano p.p. – Bajociano)
- Biancone – 11 (Cenomaniano – Titoniano p.p.)
- Scaglia Rossa – 10 (Maastrichtiano – Turoniano)
- Formazione di Besagno/Formazione di Chiusole – 9 (Eocene inf. – Paleocene)
- Calcare di Malcesine – 8d (Eocene medio p.p.)
- Calcare di Nago – 8c (Eocene medio – sup.)
- Calcareni Eoceniche/Marne di Priabona – 8b (Eocene medio p.p.)
- Calcare di Lonedo – 8a (Aquitano)
- Formazioni Eruttive Terziarie – 7 (Paleocene sup. – Miocene inf.)
- Depositi Glaciali – 5 (Quaternario)
- Depositi Fluvioglaciali ed Alluvionali Terrazzati – 4 (Quaternario)
- Alluvioni attuali e recenti – 3 (Quaternario)
- Detrito di conoide alluvionale e da Debris Flow – 2 (Quaternario)
- Detrito di versante – 1 (Quaternario)

Come si evince dall'elenco sopra riportato, la successione dei terreni che interessano le opere è piuttosto ampia ed abbraccia un vasto arco temporale. Ciascuna formazione è ampiamente descritta nella relazione geologica a cui si rimanda.

Dal punto di vista geomorfologico va ricordata la 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) e la presenza di accumuli di antica frana (paleofrane) localizzate in Valdastico ed in sponda sinistra della Val d'Adige. Da segnalare anche due deformazioni gravitative profonde (DGPV) che interessano il substrato in facies di filladi. La prima si affaccia sul lago di Caldonazzo, la seconda in Val d'Adige.

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 una 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 i tracciati in studio sono:

- linea Trento – Roncogno;
- linea del Calisio;
- sistema della Valsugana;
- Linea della Marogna;
- linea della Val di Centa.
- sistema delle Giudicarie;
- sistema Scledense e faglia Schio Vicenza;
- faglia di Posina;
- linea della Val di Gola.

Sulla base della carta e dei profili geologici, cui si rimanda per maggiori dettagli, sono state individuate le principali criticità che interessano i singoli tracciati; sinteticamente sono:

Tracciato T1 e T2:

- l'attraversamento di alcune faglie a valenza regionale lungo la galleria Lavarone (faglia della Val Posina) e galleria San Vito (faglia della Marzola e, probabilmente, linea Trento Roncogno), accompagnate da materiale intensamente brecciato per estensioni da definire;
- vicinanza dell'asse stradale con l'attività mineraria sviluppata lungo la valle del torrente Mandola, che potrebbe interferire con le opere in sotterraneo. Pur se le informazioni bibliografiche hanno permesso di circoscrivere un'area che risulta esterna ai tracciati, alcune fonti parlano di gallerie che si spingono sino a Vattaro e che pertanto potrebbero interferire con le opere;
- presenza di gallerie naturali molto lunghe e ad elevate coperture (>670 m la galleria Lavarone, > 660 m la S. Vito, > 500 m la S. Agnese) talvolta caratterizzate da sistemi dislocativi complessi e molto spinti che rendono difficile un'attendibile ricostruzione

stratigrafica in profondità e limitano l'acquisizione di dati geognostici;

- sempre nei tratti in galleria la presenza di alcuni tratti a bassa copertura con interessamento di materiali sciolti (sotto falda?);
- presenza di alcune DGPV fra le pk 36.000 – 41.000, che però stando ai dati acquisiti restano ai lati del tracciati con i quali non dovrebbero interferire;
- imbocco settentrionale della galleria S. Agnese, ubicato nella piana alluvionale dell'Adige sotto il livello di falda;
- da approfondire l'interferenza fra le gallerie Lavarone e S. Agnese ed i laghi di Lavarone, Pudro e S. Colomba;
- lave ad elevato contenuto in silice lungo la galleria S. Agnese determinano un elevato consumo degli utensili di scavo della TBM con conseguente aumento di costi e tempi realizzativi.

Tracciato T3:

- probabile attraversamento di importanti faglie a valenza regionale, fra cui la faglia della Val di Centa e faglia della Val Posina lungo la galleria Lavarone, oltre alla faglia della Marzola lungo l'omonima galleria, entrambe accompagnate da materiale intensamente brecciato per estensioni da definire;
- vicinanza dell'asse stradale (fra galleria Caldonazzo e Marzola) con l'accesso al parco minerario di Calceranica al lago;
- presenza di gallerie naturali molto lunghe e ad elevate coperture (>970 m la galleria Lavarone, > 1.350 m la Marzola) che rendono difficile un'attendibile ricostruzione stratigrafica in profondità e limitano l'acquisizione di dati geognostici;
- presenza di alcune DGPV lungo la galleria Marzola, con particolare riferimento per quella fra le pk 39.900 – 43.300 che sembra spingersi sino al limite dell'imbocco settentrionale e potrebbe interferire con l'ultima parte della galleria.

Tracciato T4

- presenza di numerose dislocazioni tettoniche fra cui la faglia di Posina e, lungo la parte occidentale della galleria (con elevata copertura), la faglia della val di Gola;
- elevate coperture (sino ad oltre 1.400 m) rendono difficile un'attendibile ricostruzione stratigrafica in profondità e limitano l'acquisizione di dati geognostici. In particolare attorno alla pk 31.500 un tratto esteso circa 2.500 – 3.000 m potrebbe interessare formazioni sottostanti la Dolomia Principale caratterizzate da scadenti

proprietà geomeccaniche e che affiorano sporadicamente ed in modo non esteso in superficie. Questi aspetti dovranno essere valutati attentamente ai fini dello scavo con HRTBM se il tracciato verrà prescelto per il progetto preliminare;

Tracciato T5:

- ampi tratti in galleria, con sistema tradizionale, si trovano in condizioni di parietalità e/o bassa copertura in presenza di materiali sciolti (galleria Monte Cavigio lungo l'attraversamento del Rio Freddo attorno alla pk 11.500, Monte Gamonda attorno alla pk 14.500, buona parte delle gallerie Geroli, Ronchi e Corno) e talvolta anche di vincoli in superficie (galleria Monte Cavigio all'imbocco lati Astico);
- è possibile un'interferenza con l'importante faglia regionale Schio Vicenza, la cui precisa ubicazione dovrà essere verificata se il tracciato verrà prescelto per il progetto preliminare;
- sulla gallerie Laghi e Monte Colombara vi sono significative incertezze geologiche dovute alla presenza di estese coperture, rinvenimento di locali affioramenti lavici, elevata tettonizzazione con faglie che rendono incerta e la successione laterale;
- la galleria Laghi, e parzialmente anche la Monte Gamonda (entrambe previste con TBM), potrebbero attraversare lave aventi elevato contenuto in silice. Da ciò deriva un'elevata usura degli utensili di scavo con conseguente incremento di tempi e costi esecutivi;
- nel tratto fra le pk 24.040 – 29.700 oltre alle basse coperture delle gallerie Geroli, Ronchi e Corni, si segnala la presenza di fenomeni di erosione accelerata che coinvolgono gli imbocchi delle stesse gallerie, i tratti all'aperto ed il viadotto Della Zal. Il tratto è difficilmente accessibile ed indagabile con sondaggi;
- elevate coperture (sino ad oltre 1.000 m) sulla galleria Marco rendono difficile un'attendibile ricostruzione stratigrafica in profondità e limitano l'acquisizione di dati geognostici; tale aspetto dovrà essere approfondito se il tracciato verrà prescelto per il progetto preliminare;
- la parte settentrionale della galleria Marco interessa un versante con strati disposti decisamente a franapoggio che potrebbero dare origine a fenomeni d'instabilità;

Le criticità del tratto T5, almeno così come concepito, sono tali da determinare condizioni al limite della fattibilità geologica.

Tracciato T6:

- lungo le principali gallerie condizioni di elevata copertura (Lavarone 650 – 950 m, Sasso dell'Aquila 1.200 m, Monte Bondone 400 – 760 m) rendono difficile prevedere l'esatta successione stratigrafica e limitano l'efficacia delle indagini geognostiche; tale aspetto dovrà essere approfondito se il tracciato verrà prescelto per il progetto preliminare;
- la galleria Sasso dell'Aquila passa a modesta distanza dall'area interessata dall'ex attività mineraria di Calceranica e torrente Mandola, con la quale potrebbe anche interferire. Tale aspetto dovrà essere adeguatamente approfondito se il tracciato verrà prescelto per il progetto preliminare;
- lungo la galleria Monte Bondone si segnala la presenza di numerose ed importanti linee tettoniche a valenza regionale ed orientazione giudicariense, oltre ad una certa complessità stratigrafica;
- l'imbocco sud della galleria Monte Bondone ricade all'interno di un'area di cava, mentre l'imbocco nord è in corrispondenza di una parete rocciosa sulla quale incombe un pericolo di caduta massi.

Dall'analisi geologica si evince che i tracciati studiati sono sostanzialmente tra di loro confrontabili, ad eccezione del tracciato T5 che invece presenta elevate condizioni critiche che potrebbero risultare al limite della fattibilità. Per contro, i tracciati T4 e T6 sembrano essere relativamente migliori rispetto agli altri.

A.2.1.5 Inquadramento idrogeologico

Il territorio interessato dal progetto è compreso tra la Valdastico ed la valle dell'Adige, con quote che si collocano a quote variabili intorno a 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 1.500 e 2.000 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 per ciascuno dei tracciati esaminati 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 ogni singolo tracciato. Ad essa si potrà fare riferimento per valutare l'entità delle pressioni idrostatiche lungo i tracciati.

Per quanto riguarda l'interferenza delle opere in sotterraneo con l'assetto idrogeologico bisognerà adottare rivestimenti 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 preventivamente all'avanzamento, agendo dal fronte medesimo delle gallerie.

Le condizioni, seppur con la loro variabilità areale, possono ritenersi mediamente impattanti sui diversi tracciati in modo sostanzialmente paritario.

A.2.1.6 Idrologia

L'analisi idrologica ha come finalità la determinazione delle portate di piena, che possono essere stimate utilizzando diversi metodi. Nel caso in esame del prolungamento della A31 a nord, considerando ben sei diverse ipotesi di tracciato, ne discende che l'area idrologicamente interessata è considerevole, dovendo così ipotizzare due diversi tipi di approccio in funzione della diversa importanza dei corsi d'acqua attraversati e dell'importanza delle opere idrauliche che eventualmente dovranno essere previste.

Nel caso di opere e bacini di modesta entità i metodi speditivi di tipo empirico sono da ritenersi del tutto soddisfacenti, nel caso di grandi fiumi ed opere si richiedono, invece, considerazioni tecniche di maggiore complessità.

Si descrivono i diversi approcci utilizzati.

Modelli di regionalizzazione di dati idrologici (analisi statistica a livello provinciale)

Questi sono dei metodi semplificati di tipo statistico elaborato dal **Servizio Idrografico della Provincia Autonoma di Trento** per la determinazione della portata di piena a partire dai dati raccolti a livello provinciale. Questo metodo consente di esprimere empiricamente la portata di piena per un tempo di ritorno pari a cento anni in funzione della sola area del bacino sotteso alla sezione di chiusura mediante una formula del tipo:

$$Q_{100} = m S^n$$

Sono state ricavate due diverse espressioni dell'equazione precedente, valide rispettivamente per bacini di estensione minori e maggiori di 1000 km²; esse sono:

$$Q_{100} = 8,8029 S^{0,6839} \quad \text{per } S < 1000 \text{ km}^2$$

$$Q_{100} = 46,697 S^{0,4421} \quad \text{per } S > 1000 \text{ km}^2$$

Il metodo fornisce anche in forma tabellare i valori del contributo unitario di portata e della portata con Tr pari a 100 anni a seconda dell'estensione del bacino.

Questo approccio di calcolo appare legittimo per tutti gli affluenti laterali al torrente Astico e per i piccoli impluvi che i tracciati intersecano nei tratti a mezza costa.

Metodo razionale:

Il metodo razionale viene largamente utilizzato e consente di associare il tempo di ritorno dell'altezza di pioggia, h_c , alla stima della portata, a seconda delle ipotesi semplificative adottate. Questo metodo si basa sull'assunzione che la precipitazione sia uniforme su tutto il bacino e che la durata dell'evento critico sia pari al tempo di corrivazione, cioè: $t_p = t_c$, condizione che, sulla base del metodo razionale adottato, consente di massimizzare il valore della portata di deflusso per un evento meteorico di assegnato tempo di ritorno.

La portata di massima piena è data da:

$$Q = u \cdot S$$

Dove: u è il coefficiente udometrico;
 S la superficie del bacino.

Il metodo razionale fornisce la seguente formula per il calcolo del coefficiente udometrico:

$$u = \frac{\phi \cdot h}{t}$$

dove:

ϕ è il coefficiente di deflusso;
 h è l'altezza di precipitazione;
 t è la durata della precipitazione.

Per la stima del tempo di corrivazione è possibile utilizzare diverse formule, molto differenti tra di loro in quanto sono state calcolate sperimentalmente su bacini eterogenei e in condizioni diverse. A seconda della sovrastima o sottostima del tempo di corrivazione si avrà una riduzione o aumento del valore della portata al colmo, mentre il volume di deflusso rimane invariato.

Modello idrologico del torrente Astico

Particolare attenzione deve essere data al torrente Astico, sia perché tutti i corridoi di studio si sviluppano lungo la valle del torrente stesso (ad eccezione del tracciato T5 che ad Arsiero prosegue verso ovest e non vero nord), sia perché il torrente è sicuramente un importante asta idraulica, che sottende un bacino considerevole e che determina importanti portate di piena.

Per la determinazione della portata di piena del torrente Astico si è suddiviso il bacino in 22

sottobacini ed è stato calcolato l'andamento della curva di piena per ogni area scolante.

Si è utilizzato un programma messo a disposizione da US Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center: HEC-HMS.

Le ipotesi adottate per la modellazione del torrente Astico sono:

- Analisi pluviometrica: intensità di precipitazione variabile secondo la curva di possibilità climatica ragguagliata e considerata costante sull'intero bacino;
- Modello di infiltrazione: per la determinazione della pioggia netta si è utilizzato il metodo del CURVE NUMBER (CN), introdotto dal SCS (Soil Conservation Service);
- Modello afflussi e deflussi: per simulare la formazione del deflusso di piena si è utilizzato il metodo dell'unità idrografica (Snyder);
- Metodo di propagazione dell'onda di piena: per il calcolo della propagazione dell'acqua all'interno delle aste è stato impiegato il modello di Muskingum.

I dati necessari all'implementazione del modello sono stati ricavati dalla Regione Veneto e dalla Provincia Autonoma di Trento. In primis è stata condotta un'analisi statistica delle serie storiche dei dati di pioggia delle stazioni meteorologiche localizzate nelle vicinanze del bacino del torrente Astico al fine di ottenere delle curve di possibilità climatica.

Per la stima delle precipitazioni efficaci sono stati invece considerate le mappe di uso del suolo, la carta della permeabilità e della litografia, scaricabili dal sito della Regione Veneto. Mediante l'elaborazione di queste mappe e i dati morfologici del bacino è stato possibile simulare l'andamento della piena nel bacino dell'Astico e quindi stimare l'idrogramma di piena per diversi tempi di ritorno.

A.2.1.7 Idraulica

Gli interventi previsti nella fase di scelta del tracciato 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 i sei tracciati in esame le interferenze con i seguenti **corsi d'acqua principali**:

- Torrente Astico,
- Torrente Assa,
- Torrente Centa,
- Torrente Fersina,
- Torrente Avisio,
- Torrente Posina
- Fiume Adige.

Più numerose sono invece le interferenze col **reticolo minore** dei diversi tracciati, in particolare vengono attraversati i seguenti corsi d'acqua: rio Giova, rio Albo, rio Narotti, rio Cenge del Cengio, rio Cavallo, rio Paile, rio Val Lonza, rio Grossa, rio Morta, rio Bisabella, rio Rua, canaletta irrigua Ortifizi, rio Mandola, rio del Castello, rio Stanghet, rio Catena, rio Magna, fossa Maestra di San Michele – Lavis, fossa Campedelli, rio Fioba, torrente La Zara, rio Pazaul, rio di Val Cinecco, rio Val della Zal, Leno di Vallarsa, Vecchio Alveo di Marco, scolo di Lago Pudro.

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.

Torrente Astico

Il bacino dell'Astico-Tesina costituisce il 40% della superficie totale del bacino del fiume Bacchiglione, contribuendo in maniera decisiva al meccanismo di formazione delle piene di quest'ultimo.

Il torrente Astico nasce in Trentino, fra il Monte Sommo Alto ed il Monte Plaut a quota 1.441 m s.l.m, nel comune di Folgaria: il suo bacino imbrifero ricopre una superficie complessiva di circa 740 km² compresi in buona parte all'interno della Provincia di Vicenza e in misura minore in quella Autonoma di Trento. Lungo il suo corso l'Astico riceve le acque di diversi affluenti tra i più importanti il torrente Assa e il torrente Posina.

I tracciati considerati interferiscono col torrente Astico in diversi punti, sia con attraversamenti che con tratti in parallelo al corso d'acqua. In corrispondenza delle opere in progetto si dovranno prevedere degli interventi di protezione spondale e di protezione delle pile dei viadotti per prevenire l'erosione delle opere stesse. Essendo i tracciati spesso affiancati al torrente, verranno previste in alcuni punti delle opere di protezione con massi del rilevato stradale e della sponda. In prossimità dei viadotti in località Scalzeri e Ciechi verrà leggermente deviato il corso d'acqua, in modo che non lambisca il rilevato stradale, utilizzando l'ampio alveo disponibile attualmente lasciato alla divagazione del torrente in corrispondenza degli eventi di piena.

Torrente Assa

Il torrente Assa è un affluente del torrente Astico che scorre tra le province di Trento e di Vicenza. Nasce a Passo Vezena 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 dei tracciati T1, T2, T3, T4 e T6 col torrente Assa verranno eseguite delle 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 longitudinale portano a fenomeni di erosione che vengono stabilizzati attraverso l'imbrigliatura del corso d'acqua.

Torrente Centa

Il torrente Centa è un affluente del più importante fiume Brenta, trovandosi al di là dello spartiacque che lo divide dal bacino del torrente Astico. Nasce in due rami: dal monte Cornetto (m 2045) e dal Becco di Filadonna (m 2150) e scorre lungo l'omonima valle per circa 15 km, arrivando alla confluenza appena a sud del lago di Caldonazzo in Valsugana.

Analogamente a quanto previsto per i casi precedentemente esposti, anche in corrispondenza delle interferenze con il torrente Centa (tracciati T1, T2, T3, T5) verranno previste delle opere di difesa spondale e delle pile di ponte. In prossimità del viadotto Vecchio Molino, al confine tra il comune di Centa San Nicolò e quello di Caldonazzo, verrà prevista una deviazione del corso d'acqua con sistemazione mediante salti di fondo a monte e a valle dell'attraversamento.

Torrente Fersina

Il torrente Fersina nasce dal lago di Erdemolo a quota 2005, sfocia nell'Adige a quota 191 m s.l.m. dopo un percorso di circa 30 km. Fra i principali affluenti di sponda destra si hanno i rivi Castellir, Val delle Vergini, Val Sigismondi, Val dei Lenzi e Val Battisti; in sinistra si hanno i rivi Rigolor, Molino, Orighel e Val Cava. Il regime idrico del torrente Fersina è influenzato dalle opere di derivazione che alimentano le centraline di Palù, S.Orsola e Canezza.

In corrispondenza di entrambe le interferenze dei tracciati T1 e T2 col torrente Fersina, verranno previste in fase progettuale delle opere di protezione in massi sciolti, sia per quanto riguarda le pile del viadotto sia per la protezione spondale.

Torrente Avisio

Il bacino del torrente Avisio si estende per 939,58 km² di cui 920,16 km² compresi nella provincia di Trento. L'Avisio è uno dei principali affluenti del fiume Adige. L'asta principale del torrente Avisio si sviluppa da nord-est (appena sotto il bacino artificiale della Fedaià) a sud-ovest (dove confluisce nell'Adige a valle dell'abitato di Lavis) per una lunghezza complessiva di 91,5 km. Le maggiori pendenze si concentrano nella parte medio alta del bacino dove spiccano i massicci del Sella, del Sassolungo, del Catinaccio ed il gruppo della Marmolada. La pendenza media è pari al 52 % e la deviazione standard è pari al 34 %.

Il tracciato T1 è il solo che incrocia il torrente Avisio: l'interferenza avviene in galleria pertanto non presenta alcun problema dal punto di vista progettuale.

Torrente Posina

Il torrente Posina è uno dei principali affluenti del torrente Astico, scende col nome iniziale di Val del Lovo dal Monte Borcoletta e riceve gli affluenti Zara e Rio Freddo prima di sfociare nell'Astico in vicinanza della cittadina di Arsiero.

Il tracciato T5 è il solo che interferisce il torrente Posina. Per i due viadotti in progetto verranno realizzate delle opere di protezione spondali a massi sciolti e analogamente verranno protette dall'erosione le pile dei viadotti stessi.

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%).

Il valore della portata nella zona di interesse progettuale, il tratto interferito dai tracciati T1, T3, T4, T5 e T6, è da considerarsi, in questa fase preliminare, pari alla portata che transita presso Trento, secondo il Piano stralcio per la sicurezza idraulica dell'Adige.

I valori di portata ottenuti, per tempi di ritorno assegnati, sono di circa 2.100 m³/s con Tr 100 anni, 2.600 m³/s con Tr 200 anni e 3.000 m³/s con Tr 500 anni.

Il progetto prevede la realizzazione in corrispondenza di tutti gli attraversamenti di opere di protezione in massi a secco delle sponde e delle eventuali pile che dovessero essere previste. La definizione dell'opera di scavalco del fiume per ciascun tracciato non prevede pile in alveo.

Infatti, l'attraversamento del fiume Adige ha portato all'elaborazione di una soluzione che risolva la problematica di limitare al massimo l'interferenza in modo tale da garantire il transito nelle analoghe condizioni attuali delle portate di massima piena previste dalle Autorità competenti, e che contemporaneamente soddisfi le esigenze di mobilità del corso d'acqua in area golenale, non impedendo le divagazioni future dell'alveo attivo.

-o0o-

Per quanto riguarda quindi l'idraulica dei tracciati in esame, si ritiene che il T5 sia, ad esclusione dei primi chilometri in comune con gli altri tracciati, quello che ha meno interferenze col torrente Astico e non presenta l'attraversamento dell'Adige, terminando a Rovereto in una località dove non sono presenti rischi idraulici del fiume Adige. Presenta tuttavia delle criticità per le innumerevoli valli laterali attraversate che necessitano di interventi di stabilizzazione e riduzione delle pendenze, con manufatti di scavalco ipotizzati in questa fase i scatolari e ponti.

Gli altri tracciati hanno criticità tra loro analoghe, ritenendo che queste non siano tali da precludere la realizzazione degli stessi.

A.2.1.8 Principali interferenze con le reti tecnologiche

Per la definizione delle principali interferenze tra i tracciati autostradali e le opere ad esso connesse con le principali reti tecnologiche presenti sul territorio si è proceduto ad effettuare una ricerca ed una successiva verifica utilizzando i seguenti strumenti di indagine:

- 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.

L'iter metodologico si è sviluppato attraverso un processo di analisi iterativo, partendo con il censire le interferenze presenti nelle aree interessate al progetto, verificandone la presenza sulla cartografia ed effettuando mirati sopralluoghi, aggiornando di conseguenza la base di riferimento cartografica in funzione delle risultanze sul territorio. A queste informazioni si accompagnano le indicazioni fornite dai tecnici comunali e/o dagli Enti gestori.

Per tutte le reti, impianti ed opere interferenti con le ipotesi di tracciato 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), in maniera tale da poter stimare, quanto più correttamente possibile, le opere civili ed impiantistiche necessarie alla risoluzione delle stesse.

La lunghezza dei tracciati e l'attraversamento di alcune aree mediamente insediate ed urbanizzate hanno portato all'individuazione di un numero elevato di interferenze, sia di tipo lineare che di tipo puntuale, con i tracciati di progetto. 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. Con riferimento agli Enti gestori, oltre che gli storici Enel, Terna, Telecom, Snam, ne è stata riscontrata una presenza abbastanza numerosa, sia a livello consortile che comunale.

Le interferenze trattate si possono distinguere in diversi tipi e pertanto 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 enunciato si riassumono di seguito le criticità riscontrate con gli impianti di maggiore impatto logistico-economico, suddivise in ciascun tracciato preso in esame:

TRACCIATO T1:

- riscontrate interferenze con le linee Alta Tensione della Società Terna S.p.A. Esse generano la rimodulazione di alcuni sostegni;
- riscontrate interferenze con metanodotti Snam RG;
- riscontrate interferenze di pozzi e sorgenti di adduzione idrica con le gallerie naturali in progetto (Galleria S. Pietro, Galleria S. Vito e Galleria S. Agnese). Tuttavia non è stato possibile recuperare i dati stratigrafici e di dettaglio dei pozzi e delle sorgenti riportati in cartografia, anche per la risposta negativa di alcuni Enti gestori a fornire la documentazione richiesta;
- sono presenti 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.

TRACCIATO T2:

- riscontrate interferenze con le linee Alta Tensione della Società Terna S.p.A.. Esse generano la rimodulazione di alcuni sostegni;
- riscontrate interferenze con metanodotti Snam RG;
- riscontrate interferenze di pozzi e sorgenti di adduzione idrica con le gallerie naturali in progetto (Galleria S. Pietro, Galleria S. Vito e Galleria S. Agnese). Tuttavia non è

stato possibile recuperare i dati stratigrafici e di dettaglio dei pozzi e delle sorgenti riportati in cartografia, anche per la risposta negativa di alcuni Enti gestori a fornire la documentazione richiesta;

- sono presenti 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.

TRACCIATO 3:

- riscontrate interferenze con le linee Alta Tensione della Società Terna S.p.A. Esse generano la rimodulazione di alcuni sostegni;
- riscontrate interferenze con metanodotti Snam RG;
- con i dati in possesso non si sono riscontrate interferenze planimetriche con pozzi e sorgenti presenti nella zona, in quanto la posizione degli stessi e le relative fasce di tutela assoluta e relativa non interferiscono con il tracciato;
- sono presenti 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.

TRACCIATO 4:

- riscontrate interferenze con le linee Alta Tensione della Società Terna S.p.A.. Esse generano la rimodulazione di alcuni sostegni;
- riscontrate interferenze con metanodotti Snam RG;
- riscontrata interferenza di un pozzo di adduzione idrica con la galleria naturale in progetto (Galleria S. Pietro e Galleria di Valico). Tuttavia non è stato possibile recuperare i dati stratigrafici e di dettaglio dei pozzi e delle sorgenti riportati in cartografia, anche per la risposta negativa di alcuni Enti gestori a fornire la documentazione richiesta;
- sono presenti 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.

TRACCIATO 5:

- riscontrate interferenze con le linee Alta Tensione della Società Terna S.p.A.. Esse generano la rimodulazione di alcuni sostegni;
- riscontrate interferenze con metanodotti Snam RG;
- riscontrate interferenze di pozzi e/o sorgenti di adduzione idrica con le gallerie

naturali in progetto (Galleria Cavigio, Galleria Laghi e Galleria Il Corno) e interferenze con pozzi di adduzione idrica presso lo svincolo di Laghi. Questi ultimi sono la fonte di approvvigionamento idrico dell'intero acquedotto dell'Alto Vicentino e, quindi, rivestono una notevole importanza per il sistema di distribuzione idrica nella valle del torrente Astico. Tuttavia non è stato possibile recuperare i dati stratigrafici e di dettaglio dei pozzi e delle sorgenti riportati in cartografia, anche per la risposta negativa di alcuni Enti gestori a fornire la documentazione richiesta;

- sono presenti altre 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.

TRACCIATO 6:

- Ricontrate interferenze con le linee Alta Tensione della Società Terna S.p.A.. Esse generano la rimodulazione di alcuni sostegni;
- riscontrate interferenze con metanodotti Snam RG. Nel particolare si segnala una interferenza presso lo svincolo di Caldonazzo, in cui si intercetta la condotta di un metanodotto DN600, dove si prevede una variante di circa 700 m, oltre ad una interferenza presso l'interconnessione di Trento Nord con la A22 in cui si prevede una variante di circa 450 m;
- riscontrate n. 3 interferenze di pozzi e/o sorgenti di adduzione idrica con le gallerie naturali in progetto (Galleria S. Pietro, Sasso dell'Aquila e Bondone). Tuttavia non è stato possibile recuperare i dati stratigrafici e di dettaglio dei pozzi e delle sorgenti riportati in cartografia, anche per la risposta negativa di alcuni Enti gestori a fornire la documentazione richiesta;
- sono presenti 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.

In conclusione volendo riassumere le criticità riscontrate, il tracciato T1 ed il tracciato T6 sono quelli che presentano maggiori interferenze, con relativo esborso economico da programmare per la loro risoluzione, fatto legato alla maggiore estesa dei tracciati rispetto agli altri ed al loro sviluppo in Val d'Adige.

I tracciati n. 2, 3 e 5 generano un esborso economico abbastanza simile, presentando pressappoco le stesse criticità, fatta eccezione per l'elevata criticità citata presente sul

tracciato n. 5 (pozzi dell'acquedotto dell'Alto Vicentino).

Il tracciato n. 4 è quello che genera un costo minore non interessando un numero di impianti elevato, legato principalmente alla minore lunghezza del tracciato ed al lungo tratto in galleria che collega la valle dell'Astico con la val d'Adige. Inoltre il tratto in val d'Adige all'aperto, non solo risulta molto contenuto, ma insiste principalmente su un territorio a ridosso di un versante montuoso che, per la propria orografia, non è sede di impianti tecnologici rilevanti.

Per i tracciati in Val d'Adige si osserva comunque che risiede su un territorio molto antropizzato, in cui sono presenti reti di trasmissione energia di importanza nazionale, con percorrenza Nord-Sud.

A.2.1.9 Principali interferenze con le linee ferroviarie in esercizio ed in programma

Le diverse ipotesi di tracciato studiate intersecano le linee ferroviarie in esercizio nel tratto della Val dell'Adige, da nord di Trento a sud di Rovereto, corridoio interessato dalla **linea FF.SS. Verona - Brennero** (anche detta "**Linea Storica**"). Oltre a quest'ultima, i tracciati T1 e T2 intersecano anche la linea FF.SS. Trento - Venezia che si sviluppa nell'ambito della Valsugana.

Sempre nel tratto di Valle dell'Adige è prevista la realizzazione del **Quadruplicamento della linea FF.SS. Verona – Brennero**, ed in particolare del "Lotto 3" di quest'ultimo. L'intero progetto di quadruplicamento è suddiviso in 5 lotti complessivi ed il Lotto 3, che si sviluppa appunto da nord di Trento fino a sud di Rovereto, rientra nel novero di quelli ritenuti prioritari per il completamento del potenziamento della nuova linea ferroviaria ed il progetto preliminare, corredato dallo studio di impatto ambientale, è depositato al C.I.P.E. in attesa di essere sottoposto alla procedura di V.I.A.

Il progetto di tale lotto, redatto dalla Provincia Autonoma di Trento con la supervisione di RFI, consiste sostanzialmente nel raddoppio della Linea Storica, parzialmente in affiancamento a quest'ultima e parzialmente in variante. In particolare nei tratti in variante lo sviluppo preminente è in galleria e l'intero tracciato si sviluppa in sinistra idraulica del fiume Adige.

Al fine di valutare le interferenze di ciascun tracciato sia con la Linea Storica che con il progetto di Quadruplicamento è stato effettuato un incontro specifico con i tecnici competenti di RFI, in cui sono state valutate puntualmente le singole situazioni di interferenza e sono stati concordati i criteri progettuali da seguire per la corretta risoluzione delle stesse.

Nel seguito vengono ripercorse tutte le situazioni di interferenza, a partire da quelle con la Linea Storica Verona – Brennero, e vengono illustrati gli accorgimenti progettuali intrapresi.

Tracciato T1: interferenza all'uscita della galleria S. Agnese in Comune di Lavis

In questo caso il tracciato di progetto sottopassa la Linea Storica e l'attraversamento avviene in galleria naturale realizzata con scavo meccanizzato. Ciò comporta una differenza di quota tra il piano del ferro e l'estradosso della calotta di galleria stradale di circa 7,00 m. Tale differenza di quota richiede sicuramente degli interventi di sostegno del binario o interventi di consolidamento del terreno ad esso sottostante, oltre che la previsione di rallentamenti all'esercizio ferroviario durante l'esecuzione dell'opera. Nelle fasi successive di progettazione, dunque, dovranno essere attentamente definiti sia gli interventi di sostegno del binario o di consolidamento del terreno, sia definiti, di concerto con RFI, gli oneri economici da corrispondere per il rallentamento dell'esercizio, preventivamente stimati in

questa fase pari a € 200.000. In sede di istruttoria dovrà essere inoltre allegata alla documentazione, una relazione geologica in cui siano precisate le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche del terreno sottostante il binario ed una relazione tecnica di definizione degli interventi previsti. Potrà inoltre essere previsto uno specifico monitoraggio geometrico e strutturale in corso d'opera e post opera del tratto di linea interessato.

Il tracciato del progetto di quadruplicamento invece si sviluppa in galleria ed interseca il tracciato T1, anch'esso in galleria, qualche centinaio di metri prima dell'uscita di quest'ultimo in Valle dell'Adige. Nel caso, come quello in esame, di attraversamento in galleria, che avviene in ogni caso sempre con l'asse autostradale a quota superiore rispetto a quello ferroviario, il criterio progettuale che ha portato ad individuare la differenza di quota minima necessaria tra i gli assi dei due progetti, consiste nel mantenere sempre una differenza di quota, calcolata tra l'estradosso e l'intradosso delle due strutture (ΔH Netto), superiore al diametro maggiore dei due cavi sotterranei.

Tracciato T2: interferenza all'uscita della galleria S. Vito in Comune di Pergine Valsugana

Il tracciato T2 termina in Valsugana, senza giungere nel fondo della Valle dell'Adige, ed interferisce unicamente con la linea ferroviaria esistente Trento – Venezia. L'attraversamento avviene in viadotto con una differenza di quota tra il piano stradale ed il piano del ferro pari a circa 10 m. Tale franco altimetrico è sufficiente al superamento della linea ferroviaria, anche in considerazione del fatto che quest'ultima è priva di elettrificazione.

Tracciati T3 e T6: interferenze all'uscita delle gallerie Marzola e Sasso dell'Aquila

Queste due alternative di tracciato attraversano la linea storica in sovrappasso. Per entrambe le situazioni si è deciso di superare l'interferenza con un andamento dell'asse autostradale in viadotto, scartando di conseguenza ipotetici ricorsi a gallerie artificiali di "copertura" della linea ferroviaria. Quest'ultima soluzione infatti indurrebbe una più gravosa soggezione all'esercizio ferroviario, in quanto le nuove strutture andrebbero a ricadere in adiacenza al binario in esercizio. A tal proposito, le sottostrutture delle opere di attraversamento (viadotti e cavalcavia) sono state posizionate al di fuori della proprietà ferroviaria, riducendo al minimo le problematiche tecniche ed amministrative per la risoluzione dell'interferenza, e ove non possibile, è stato mantenuto in ogni caso un franco minimo orizzontale superiore ai 4,5 m a partire dalla rotaia più esterna. Per la determinazione del franco verticale minimo tra il piano del ferro e gli intradossi delle strutture di attraversamento, è stata adottata una misura minima di 7,50 m che consente di sovrappassare la linea anche in corrispondenza di pali della T.E. ferroviaria.

Le interferenze con il tracciato di Quadruplicamento avvengono in galleria ed in viadotto, rispettivamente per il tracciato T3 e per il tracciato T6. Nel primo caso sono rispettate le condizioni definite al punto precedente, ossia di ΔH Netto superiore al maggiore dei due diametri interferenti, mentre nel secondo caso sono stati mantenuti i franchi orizzontali e verticali minimi adottati per la linea storica, come concertato con i tecnici di RFI.

Tracciato T4: interferenze in corrispondenza dell'uscita della galleria di Valico a Besenello

Riguardo l'attraversamento in viadotto della linea storica in corrispondenza di Besenello, che ricade in adiacenza al manufatto esistente di una galleria ferroviaria paramassi, si è adottato il franco verticale definito in precedenza a pari a 7,50 m tra il piano del ferro e l'intradosso dell'impalcato. Nelle successive fasi di progettazione, sarà necessario acquisire il franco verticale attuale tra il piano del ferro e l'intradosso della soletta di copertura dell'adiacente galleria paramassi e porre attenzione che il franco verticale con l'infrastruttura di progetto non sia inferiore a quel valore.

Anche in questo caso l'attraversamento con il progetto di quadruplicamento avviene con entrambi i tracciati in galleria, ed anche in questo caso è rispettata la condizione definita nei punti precedenti.

Tracciato T5: interferenza in corrispondenza dell'uscita della galleria di Valico a Besenello

Il tracciato T5 interseca sia la linea storica che il tracciato del progetto di quadruplicamento all'aperto e li sovrappassa in corrispondenza del tratto terminale del viadotto Marco, appena prima dello svincolo di interconnessione con la A22 a Rovereto sud. Anche in questo caso sono stati mantenuti i franchi verticali ed orizzontali minimi definiti in precedenza. La peculiarità di questo attraversamento risiede nel fatto che esso avviene con una maggiore obliquità rispetto agli assi ferroviari, che nella situazione in esame sono paralleli. Tale circostanza impone particolare attenzione alla già richiamata eventualità di intercettare la catenaria delle linee di T.E. in corrispondenza dei punti più alti in sommità ai pali di sostegno. Come detto in ogni caso il franco verticale di 7,50 m risulta cautelativo anche nei confronti di tale eventualità.

Al fine di esplicitare graficamente quanto esposto in precedenza, sono state predisposte delle specifiche planimetrie in cui, in corrispondenza di ciascun attraversamento sia della Linea Storica sia del tracciato di Quadruplicamento, sono indicate e rappresentate con sezioni schematiche le tipologie di attraversamento ed i franchi verticali adottati.

A.2.1.10 Espropri

Con il termine espropriazioni si 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 in progetto.

Per ciascuno dei 6 corridoi infrastrutturali individuati si è proceduto stimando l'ingombro delle opere ed effettuando opportuni sopralluoghi per verificare lo stato di consistenza delle aree e per evidenziare situazioni particolari, come 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 nelle somme a disposizione del quadro economico per ciascun tracciato esaminato.

La normativa di riferimento per la stima dei costi di espropriazione, asservimento ed occupazione temporanea per cantierizzazione è costituita da:

- D.P.R. 8 giugno 2001 n. 327 e s.m.i.;
- D.L.gs. 27 dicembre 2002, n. 302;
- Legge Finanziaria 24 dicembre 2007 n. 244;
- Costante giurisprudenza della Suprema Corte di Cassazione
- Costante giurisprudenza del Consiglio di Stato;
- Sentenze della Corte Costituzionale.

Dal punto di vista metodologico la definizione delle aree occupate sottintende tutte le aree destinate alla costruzione ed esercizio delle opere stradali: tali aree comprendono le sedi stradali (asse autostradale, svincoli, aree di servizio e di pertinenza) e le strutture laterali, quali scarpate, opere di sostegno ed opere di mitigazione. Sono altresì compresi gli spazi interclusi tra sedi stradali e rami di svincolo destinati a far parte del demanio stradale.

La stima relativa agli immobili da acquisire è stata determinata secondo i criteri stabiliti dal D.P.R. 8 giugno 2001 n. 327. L'indennità per **aree agricole** è stata calcolata sulla base dei criteri previsti dal Capo VI – Sez. IV del D.P.R. sopra citato ed è costituita dalle seguenti voci :

- indennità base: stimata in relazione ai Valori Agricoli Medi 2010 per le diverse regioni agrarie interessate, tenendo conto delle colture prevalenti nelle zone interessate, stimati sulla base dei sopralluoghi effettuati;
- indennità aggiuntive: per il coltivatore diretto, l'imprenditore agricolo a titolo principale e il proprietario coltivatore che coltiva direttamente l'area, il corrispettivo è calcolato moltiplicando per tre il valore agricolo medio della coltura effettivamente praticata stimando che il 100% della superficie totale interessata appartiene ad

aventi diritto che possiedono tale qualifica ulteriormente incrementato di una percentuale pari al 20%.

- indennità per frutti pendenti ed anticipazioni colturali: i valori unitari sono stati determinati percentualmente e per comparazione con quelli già applicati per opere simili a quelle oggetto di stima.

Il valore delle **aree edificabili**, identificate attraverso gli strumenti urbanistici dei diversi Comuni interessati, è stato approssimativamente stimato sulla base dei valori desumibili dall'Osservatorio Immobiliare dell'Agenzia del Territorio, Il Semestre, anno 2010.

Sono state inoltre considerate le voci che concorrono alle indennità di esproprio costituite da demolizione di opere o fabbricati, espropriazione parziale (art.33 del T.U.) di un bene unitario, le superfici soggette ad occupazione temporanea, le occupazioni di urgenza e i valori legati alle imposte previste per Legge (registro, trascrizione e voltura), nonché i costi da sostenere per eseguire la procedura espropriativa.

Non sono presenti aree soggette a futura imposizione di **servitù**, in quanto su indicazione del Concessionario si è infatti proceduto a non considerare, nella stima, le superfici di occupazione e/o servitù per risoluzione interferenze, i cui oneri rientrano all'interno dei relativi progetti. In fase di ulteriore sviluppo progettuale potranno essere considerati eventuali asservimenti, in caso di gallerie ove il franco copertura risulti limitato.

In sintesi si è riscontrato come i tracciati che presentano un maggior sviluppo in val d'Adige ed in Valsugana presentino gli importi maggiori, soprattutto legati alla presenza di colture di pregio come vigneti e frutteti.

A.2.1.11 Materiali da costruzione - cave e discariche

Nello studio condotto per la Scelta del tracciato un aspetto significativo riguarda i materiali da costruzione. Infatti, vista la tipologia dell'opera e la presenza di numerose gallerie in tutte le varianti di tracciato analizzate, 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 riutilizzate 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, 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, dopo vagliatura e lavaggio, sia per la formazione di rilevati stradali, drenaggi, e riempimenti.

Quindi anche l'esubero finale di materiale, al netto del riutilizzo previsto nell'ambito di ciascun tracciato, potrà essere messo a disposizione e riutilizzato, in quanto presenta un notevole valore commerciale.

Bilancio Materiali

L'analisi dei movimenti di terre è stata effettuata con riferimento alla stima volumetrica del fabbisogno dei seguenti materiali impiegati nella realizzazione dell'opera (analisi condotta per ciascuno dei sei tracciati):

- Materiali da impiegare nella formazione dei rilevati dell'asse principale;
- Materiali da impiegare nella formazione dei rilevati per gli svincoli;
- Materiali da reimpiegare per il riempimento dell'arco rovescio delle gallerie.

e della produzione di terre derivante dalle attività di scavo:

- Materiali provenienti dallo smarino delle gallerie;
- Materiali di scavo provenienti dalle opere all'aperto (asse principale e svincoli).

Si è quindi giunti ad una valutazione di tipo qualitativo delle terre, in modo da caratterizzare il materiale in funzione della tipologia di utilizzo, sulla base dell'idoneità dei materiali al riutilizzo tal quale per la formazione di rilevati e inerti per cls e strati stabilizzati.

Complessivamente si registra un esubero di materiale diverso per i sei tracciati. Ovviamente tali risultati non vanno considerati in senso assoluto, presentando le sei ipotesi lunghezze di

tracciato totali notevolmente diverse.

Tracciato	SCAVI [A]				RILEVATI [B]			ESUBERI [A]-[B]
	Asse principale	Galleria	Svincoli	Totale [A]	Asse principale	Svincoli	Totale [B]	differenza tra i totali [A]-[B]
T1	344.500	12.955.086	3.600	13.303.186	1.114.820	285.300	1.400.120	11.903.067
T2	344.500	9.042.986	3.600	9.391.086	1.114.820	212.100	1.326.920	8.064.167
T3	344.500	9.464.016	68.700	9.877.216	981.777	271.500	1.253.277	8.623.939
T4	344.500	8.209.446	0	8.553.946	1.066.311	190.500	1.256.811	7.297.135
T5	344.500	9.001.539	22.500	9.368.539	969.185	269.400	1.238.585	8.129.955
T6	344.500	11.775.776	68.700	12.188.976	1.615.454	321.000	1.973.954	10.215.023

Tabella 1: bilanci sommari dei materiali per ciascun tracciato

Sulla base delle indagini svolte è possibile avanzare un'ipotesi di suddivisione delle terre e rocce di scavo in funzione della granulometria e litologia: da questa analisi si è riscontrato che il materiale proveniente dallo scavo delle gallerie è tutto riutilizzabile e di buona qualità, secondo la ripartizione seguente.

ESUBERI FINALI			
Tracciato	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
T1	695 800	3 867 796	7 339 471
T2	695 800	3 250 096	3 118 271
T3	695 800	3 250 096	4 678 043
T4	695 800	3 250 096	3 351 239
T5	695 800	4 934 155	2 500 000
T6	695 800	3 250 096	6 306 627

Tabella 2: riutilizzi del materiale scavato per ciascun tracciato

Nell'ambito della mobilità interna ed esterna del cantiere del materiale scavato sia che questo venga riutilizzato all'interno del cantiere oppure conferito all'esterno sono state individuate le seguenti tipologie di aree:

- siti da utilizzare per il deposito temporaneo. Si tratta dei siti individuati lungo il tracciato e nell'ambito dei cantieri operativi, da utilizzare per il deposito temporaneo dei materiali per i quali si prevede un tempo di permanenza funzione della possibilità di riutilizzo in altri siti o per l'opera stradale o in attesa della sua destinazione finale. Sono pertanto aree di dimensioni considerevoli opportunamente organizzate in cui il materiale estratto arriverà direttamente dalle zone in fase di lavorazione.

- siti da utilizzare come destinazione finale. Si tratta dei siti di destinazione finale del materiale, come vecchie cave da ripristinare o autorizzate ad accogliere materiali inerti per successiva immissione sul mercato, ricariche di terreni esistenti, siti esterni al progetto in cui serve del materiale o discariche.

Piano Di Gestione Delle Terre E Rocce Di Scavo

Considerando che nel presente progetto è previsto il riutilizzo del materiale estratto, non si prevede l'apertura di nuove cave di prestito, né il reperimento di materiale vergine da cave commerciali esistenti, se non per piccoli quantitativi di materiale con determinate caratteristiche.

Al contrario, si prevede di utilizzare le cave presenti per il conferimento del materiale in esubero sia di buona qualità che di scarsa valenza economica. Infatti, il riutilizzo prevede due possibilità:

- Volumetrie conferibili di terre e rocce da scavo per ripristino ambientale: si tratta prevalentemente di materiale che nelle cave può essere riutilizzato sia per i ripristini parziali da eseguire durante la vita della cava stessa, che di ripristini ambientali da mettere in atto una volta che l'attività estrattiva si è conclusa.
- Volumetrie conferibili di terre e rocce da scavo con valenza economica: si tratta di materiale che per le sue caratteristiche geotecniche può essere riutilizzato nei processi edilizi. Si tratta quindi di materiale che i gestori delle cave sono disposti anche ad acquistare in quanto dopo un eventuale processo di selezione, possono rivendere come materia prima, riducendo lo sfruttamento delle proprie cave.

Si è provveduto quindi ad un censimento nel bacino di utenza limitrofo alle opere da realizzare delle cave attive e non attive basato essenzialmente sul reperimento dei piani cava provinciali aggiornati e dal contatto diretto con i gestori delle cave.

Localizzazione siti

Per la localizzazione dei siti si è preso come riferimento: per la provincia di Trento il "Piano provinciale di utilizzazione delle sostanze minerarie" e per la regione Veneto al "Piano regionale attività di cava (PRAC)"

Da tale ricerca risulta che in tutta l'area di studio sono presenti sia cave attive sia cave inattive e si ha una maggior concentrazione nella parte più a nord(provincia di Trento) e nella parte più a sud(provincia di Vicenza).

Oltre alla necessità di individuare dei siti di cava in cui conferire il materiale in esubero prodotto dagli scavi, sono state individuate tutte le discariche e gli impianti di trattamento e/o recupero presenti nei dintorni del tracciato, nei quali conferire del materiale scavato nel caso in cui venga classificato come rifiuto.

Per la localizzazione di queste cave si rimanda all'elaborato grafico specifico.

Le informazioni sulle caratteristiche di tali cave sono da verificare ed eventualmente correggere nelle varie fasi temporali del progetto dato che il quadro estrattivo è riferito alla situazione attuale e non si possono fare ovviamente valutazioni sul rinnovo delle concessioni e sulle capacità future di stoccare o estrarre i materiali per i vari usi.

Per garantire quindi la rintracciabilità del materiale, prima dell'inizio dei lavori bisognerà predisporre dei protocolli di intesa tra la Committenza, i gestori delle cave o altri soggetti che hanno manifestato richiesta di materiale, al fine di quantificare preliminarmente le volumetrie da movimentare.

Per quanto riguarda invece la fase di trasporto, tutti i terreni o altri materiali inviati a recupero o smaltimento dovranno essere corredati da apposito formulario registrato in cantiere su registro di carico e scarico.

Aree idonee per il deposito

Le volumetrie di materiale da movimentare per la realizzazione dell'opera hanno richiesto un'attenta valutazione per la ricerca di aree opportunamente idonee per poter accumulare temporaneamente il materiale estratto in fase di scavo sia che questo sia diretto a tratti del tracciato in cui realizzare rilevati, sia in altri siti dislocati sul territorio. Come detto, si tratta quindi di aree che nelle fasi di scavo consentono di accumulare il materiale che non può essere movimentato in via diretta, evitando quindi il rallentamento o peggio il blocco del cantiere.

La ricerca di aree da adibire ad eventuali siti di stoccaggio temporaneo è stata condotta secondo le seguenti fasi:

- A. individuazione di tutte le possibili aree utilizzabili presenti a ridosso del tracciato, determinandole attraverso le ortofoto e la cartografia della zona del tracciato.
- B. Acquisizione dei dati territoriali per determinare la presenza di vincoli, destinazione urbanistica e limiti infrastrutturali nell'estensione dell'area di accumulo. In base a questa valutazione si è operata un'ulteriore selezione delle aree preliminarmente individuate nella fase A, sulle quali eseguire sopralluoghi di dettaglio.
- C. Valutazione comparata della fattibilità delle aree definitive così come selezionate nei punti precedenti. Fornisce una graduatoria di preferibilità di aree comunque

utilizzabili.

Sulla base delle indicazioni emerse durante il sopralluogo, e dei vincoli presenti, le possibili aree di stoccaggio a servizio del progetto sono state dimensionate tenendo conto dei seguenti vincoli:

- Franco di 15 metri da linee di alta tensione e/o linee aeree;
- Franco di 20 metri da fossi/canali;
- Franco di 50 metri da nuclei insediativi;
- Franco di 20 dalla viabilità esistente;
- Garantire la fascia di rispetto per le aree soggette a vincoli da PRG;
- Eliminare le parti interessate da previsioni urbanistiche;
- Eliminare le parti rientranti nelle aree Parco;

Protocollo di caratterizzazione per le aree di stoccaggio individuate

Considerando che le aree di stoccaggio individuate rappresentano le possibili zone in cui allestire depositi temporanei di materiale in attesa di essere riutilizzato all'interno del progetto o da essere inviati ad altra sistemazione finale, preliminarmente all'allestimento di queste aree occorre effettuare una caratterizzazione specifica al fine di verificare i seguenti aspetti:

- che le aree individuate non siano contaminate;
- che le caratteristiche chimiche dei terreni che costituiscono le aree siano compatibili con quelle dei terreni che dovranno accogliere;
- avere delle informazioni sullo stato di fatto delle aree al fine di determinare il livello di ripristino da attuare nelle aree stesse, inteso come qualità dei terreni da utilizzare per rinnovare le aree a fine lavori.
- ipotizzare eventuali misure di salvaguardia per rendere compatibili le condizioni di stoccaggio.

Le aree di stoccaggio saranno dotate di recinzione protettiva e saranno segnalate tramite cartellonistica di cantiere. Sull'area, inoltre, qualora presenti dei piccoli depositi di carburanti, questi dovranno essere realizzati e gestiti utilizzando tutte le misure atte ad evitare eventuali fenomeni di contaminazione.

A fine lavori le aree dovranno essere ripulite e ripristinate mediante messa in opera del

terreno iniziale, o riportando terreno con caratteristiche chimiche conformi a quello previsto dalla normativa di riferimento. Qualora però, dalla fase di caratterizzazione iniziale dei siti di stoccaggio sia emerso un livello qualitativo dei terreni non conforme, il ripristino potrà essere fatto riportando terreno avente caratteristiche chimiche superiori ma comunque migliori rispetto a quelle rilevate prima dell'inizio dei lavori. In questo caso, l'idoneità del terreno dovrà essere dimostrata associando alle analisi sui terreni un test di cessione ai sensi del DM. 186/2006. I risultati del test di cessione devono essere confrontati con quelli dell'Allegato 3 del Decreto Ministeriale.

A.2.2 SOLUZIONI PROGETTUALI ANALIZZATE

La fase di scelta dei tracciati ha rappresentato il momento di analisi del rapporto opera/territorio nei confronti dei potenziali corridoi sui quali l'infrastruttura potrebbe ragionevolmente inserirsi, valutando tracciati che, nella loro diversità, rappresentino le possibili risposte al quesito infrastrutturale legato al completamento a nord dell'Autostrada A31.

Se il punto iniziale a sud appare univocamente determinato dall'attuale terminale in corrispondenza di Piovene Rocchette, lo studio dei tracciati ha dovuto inizialmente "scegliere" dove l'autostrada potrebbe collegarsi al sistema infrastrutturale esistente, tenendo conto non solo dello stato di fatto in cui l'opera si viene a calare, ma anche dell'evoluzione, programmata o in atto, del sistema stesso.

Vale la pena a titolo esemplificativo considerare come condizioni al contorno i seguenti interventi:

- nuovo casello autostradale di Trento Sud sull'Autostrada A22 (già in esercizio al momento della redazione del progetto preliminare);
- futura implementazione della possibilità di utilizzo della corsia di emergenza allargata come terza corsia dinamica dell'Autostrada A22;
- futuro potenziamento dell'asse ferroviario Monaco-Verona - linea di accesso sud Fortezza - Verona.

Se i primi due interventi si legano inequivocabilmente al progetto dell'A31 in termini di collegando con la A22, potenzialmente non è da sottovalutare l'intervento ferroviario: stante infatti la rigidità dei tracciati ferroviari, sono state studiate soluzioni che minimizzassero le interferenze costruttive e di esercizio tra le due opere, validando le scelte dell'una nei confronti dell'altra.

Per contro il quadro conoscitivo di base, seppur fotografando un assetto infrastrutturale attuale, ha dovuto far attenzione anche a quelle opere che sono di recente realizzazione, pertanto con un potenziale di vita utile ancora da maturare e quindi, di fatto, da considerare come elementi imm modificabili; se è infatti pur vero che si possono prevedere interventi di potenziamento sull'esistente, tanto più l'opera è recente tanto meno questi dovrebbero essere necessari, in una sorta di regola di proporzionalità inversa che non si può sorvolare.

Anche in questo caso è possibile fare degli esempi: gli interventi di ammodernamento della S.S. 47 della Valsugana in corrispondenza della nuova galleria di Martignano, hanno reso disponibile, in quel tratto, un'infrastruttura che se non ha il rango autostradale da Codice della Strada, dispone però di una sezione a norma, comprensiva di impianti e dispositivi di sicurezza per una strada di categoria tipo B "Extraurbana principale".

Alla luce di queste considerazioni, sono stati approfonditi i corridoi da studiare, valutando anche quelle che sono state le esperienze storiche del tracciato a nord della A31. Infatti il tracciato originario della Concessione Autostradale (che risale fin dal 1968), per il tratto in oggetto, prevedeva un collegamento che dipartendosi da Piovene Rocchette si sviluppava nella Valle dell'Astico fino alla località di Lastebasse, per poi arrivare a collegarsi alla Statale 47 della Valsugana costeggiando il lago di Caldonazzo. Successivamente varie ipotesi di tracciato si sono susseguite, arrivando al più recente tracciato del 1995, indicato allora come il più probabile, che come il precedente si sviluppava fino a Lastebasse, per poi proseguire verso ovest e collegarsi alla A22 in località Besenello (TN).

Successivamente nel 2007 è stato redatto un progetto definitivo per il proseguimento della A31 come raccordo tra il casello di Piovene Rocchette e la località Schiri in Comune di Cogollo del Cengio, con sezione tipologica di categoria C1 ma con opere previste per il futuro raddoppio a sezione autostradale. Questa progettazione, tra l'altro la più recente ed aggiornata al reale stato dei luoghi, ha di fatto portato a vincolare un corridoio che, almeno per questo tratto, è stato planimetricamente adottato anche dallo studio dei tracciati in oggetto.

Tenendo conto di tutte queste valutazioni sono state studiate sei ipotesi di tracciato alternative così denominate:

- Tracciato T1 da Piovene Rocchette (VI) a Lavis (TN), con collegamento alla A22;
- Tracciato T2 da Piovene Rocchette (VI) a Pergine Valsugana (TN), con collegamento alla S.S. 47 ed alla Tangenziale di Trento;
- Tracciato T3 da Piovene Rocchette (VI) a Trento, con collegamento alla A22 in corrispondenza del nuovo casello di Trento Sud;
- Tracciato T4 da Piovene Rocchette (VI) a Besenello (TN), con collegamento alla A22;
- Tracciato T5 da Piovene Rocchette (VI) a Rovereto (TN), con collegamento alla A22 in corrispondenza del casello di Rovereto Sud;
- Tracciato T6 da Piovene Rocchette (VI) a Trento (TN), con collegamento alla A22 ed

istituzione di un tratto di variante alla A22 tra i caselli di Trento Sud e Trento Centro, lasciando l'attuale sedime al solo servizio dei caselli cittadini.

Queste ipotesi progettuali sono state studiate con appositi elaborati planoaltimetrici, utilizzando la cartografia disponibile della Regione Veneto e della Provincia Autonoma di Trento, integrata con un volo aereo "ad hoc" sui corridoi e sopralluoghi mirati per prendere visione del reale stato dei luoghi.

Sono così stati redatti per ciascuno di essi gli elaborati grafici costituiti da planimetrie in scala 1:10.000 su base cartografia e su base foto aerea, profili longitudinali in scala 1:10.000/1.000 e planimetrie degli svincoli in scala 1:5.000, ciascuno di essi corredato da un computo parametrico per tipologie di intervento.

Nel seguito si riporta una corografia schematica dei tracciati esaminati e si procede con una descrizione dettagliata di ciascuno di essi.

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

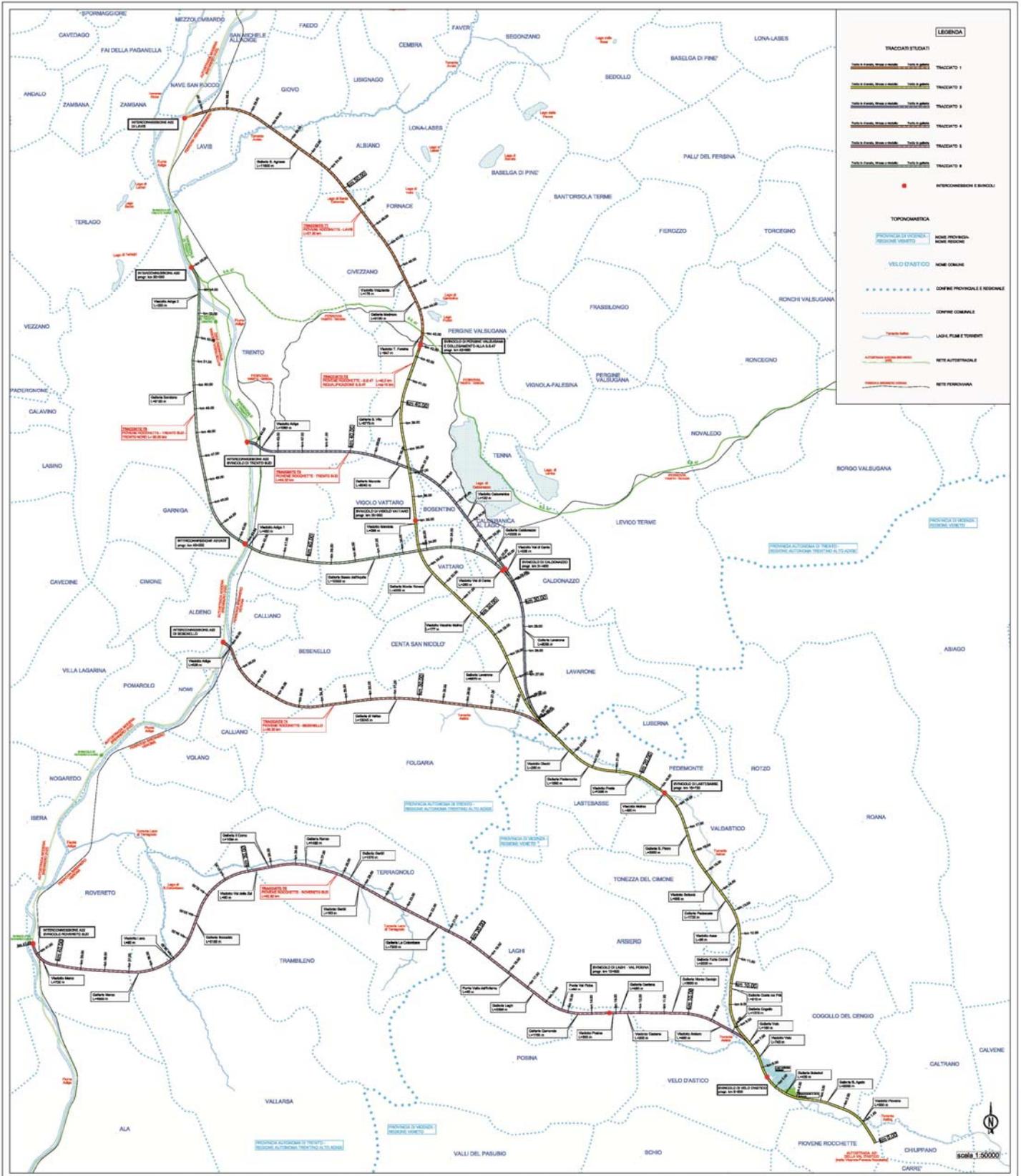


Figura 9: corografia schematica dei tracciati esaminati

A.2.2.1 Tracciato T1, da Piovene Rocchette a Lavis, con collegamento alla A22

Il tracciato T1 inizia in corrispondenza dell'attuale terminale dell'autostrada a Piovene Rocchette in Provincia di Vicenza e si collega alla A22 nei territori comunali di Lavis e Nave San Rocco in Provincia di Trento.

L'intero sviluppo è sostanzialmente suddivisibile in tratti omogenei per caratteristiche di tracciato e di intervento, oltreché per questioni orografiche, potendo così distinguere la descrizione nei seguenti 4 tratti:

1. tratto da Piovene Rocchette ad Arsiero;
2. tratto da Arsiero a Lastebasse;
3. tratto da Lastebasse a Pergine Valsugana – S.S. 47;
4. tratto da Pergine Valsugana – S.S. 47 alla A22.

-o0o-

1. Tratto da Piovene ad Arsiero

L'autostrada A31 termina attualmente 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 come verrà descritta nel capitolo relativo alle opere viadotti e ponti.

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 lasciato libero. A differenza del progetto citato è stata leggermente abbassata la livelletta unificando le tre gallerie artificiali in un'unica opera (galleria S. Agata $L_{media}=2.020$ m), di cui solo i primi 500 m in artificiale il rimanente tratto in naturale. Questa modifica ha permesso di limitare da un lato l'intrusione della trincea aperta nella zona industriale, dall'altro di evitare l'interferenza altimetrica con la S.S. 350 (che doveva essere rialzata) ed è stato quindi eliminato il cavalcavia.



Figura 10: il “corridoio” nell’area industriale di Cogollo del Cengio sul quale si inserisce il tracciato con la galleria S. Agata

Superato il torrente il tracciato resta in sinistra orografica per circa 2,7 km raggiungendo la località Bojadori con il viadotto omonimo a superare il torrente Astico. Successivamente, dopo aver superato il torrente una seconda volta, il tracciato si sposta verso sud e per un breve tratto si sviluppa in sotterraneo (galleria Bojadori L=430 m), oltre il quale si adagia sulle curve di livello in rilevato. Al km 5+500 viene posizionato il primo svincolo, denominato Svincolo di Velo d’Astico con geometria “a trombetta”. Lo svincolo si collega alla viabilità provinciale tramite una rotatoria. Sulla stessa viabilità è previsto anche un collegamento alla S.S. 350 mediante un ponte sul torrente Astico ed la riqualificazione dell’intersezione a “T” prossima all’acciaieria con un intervento a rotatoria. In questo modo si coglie l’opportunità di regolamentare l’intersezione sulla S.S. 350 sulla quale convergono anche i mezzi pesanti della stessa acciaieria, eventualmente anche non realizzando viabilità aggiuntive ma utilizzando i sedimi esistenti, valutando se questi debbano essere riqualificati se non in grado di assolvere le funzioni aggiuntive legate al collegamento autostradale. Il superamento del torrente e della S.S. 350 avviene con il viadotto Velo ($L_{media}=715$ m), che termina alla progressiva km 7+055 dalla quale convenzionalmente si passa al tratto successivo.

-o0o-

2. Tratto da Arsiero a Lastebasse

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 e limitata lateralmente dalle ripidi pendici montuose, spesso anche molto acclivi ed in posizione praticamente verticale.

Superata la S.S. 350 il tracciato autostradale si sviluppa per un breve tratto in galleria

(artificiale Velo L=150 m) al quale segue un tratto parte in rilevato e parte in trincea, per poi imboccare la galleria Cogollo ($L_{media}=1.285$ m).

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.

La tratta tra le progressive km 9+150 m e km 14+850 m è quindi caratterizzata dalla seguente successione: superata la galleria Cogollo, un breve tratto all'aperto di circa 390 m porta alla successiva opera in sotterraneo, la galleria Costa del Prà ($L_{media}=830$ m), poi ancora una volta un tratto all'aperto di circa 200 m e successivamente la galleria Forte Corbin ($L_{media}=2.195$ 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=96 m), e poi rientra in galleria (galleria Pedescala $L_{media}=1.719$ m), sbucando sulla valle dell'Astico che viene attraversata con il viadotto Settecà ($L_{media}=697$ m) prima di imboccare la più lunga galleria del tratto, la galleria S. Pietro ($L_{media}=3.395$ m).

Questa scelta di privilegiare il tracciato in sotterraneo rispetto ad un analogo all'aperto, come lo erano i tracciati storici (di Concessione ed A1 del 1995) risulta chiaramente determinata dalle seguenti condizioni:

- la particolarità della valle che presenta il fondo inciso dal torrente Astico ai cui margini si sono sviluppati storicamente gli insediamenti antropici, con l'implicita necessità di limitare l'intrusione e l'interferenza dell'opera con gli stessi (vedi ad esempio l'insediamento del capoluogo di Pedescala, ma anche insediamenti minori come le località Maglio, Scalini e Barcarola). Inoltre sono presenti più d'un sostegno al corso d'acqua per consentire il prelievo di parte della portata per scopi irrigui e soprattutto idroelettrici, con opere ed organi elettromeccanici posizionati su stazioni di produzione energetica proprio lungo il corso d'acqua che potrebbero risultare potenzialmente interferenti;



Figura 11: il fondovalle dell'Astico con la presenza di opere idrauliche, centrali idroelettriche ed aziende agricole

- la geometria stradale che dal 2001 è stata univocamente normata a differenza del

periodo precedente, nel quale spesso le indicazioni suggerite dalle diverse Raccomandazioni tecniche lasciavano aperte possibilità gestite dalla sensibilità del progettista. In questo senso la possibilità di limitare o addirittura evitare gli allargamenti per la visibilità richiede curve planimetriche di valori dell'ordine dei 2.000 m, certamente superiori ai valori previsti per i tracciati storici che si attestano anche a poche centinaia di metri (anche con minimi di 400 m) non più a norma di legge.

Usciti dalla galleria S. Pietro all'incirca alla progressiva km 18+275 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 di Lastebasse con la classificazione geometria "a trombetta" (progr. km 18+750 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.



Figura 12: all'uscita della galleria S. Pietro si trova un pendio recentemente rimodulato, il sito della cava con un sostegno per produzione idroelettrica ed il torrente Astico canalizzato

Il tratto all'aperto prosegue fino alla progressiva km 21+170 m, per un'estesa di quasi 2,4 km, prevedendo dei tratti in viadotto per tener conto delle esigenze idrauliche del corso d'acqua principale ed dei suoi affluenti laterali (viadotto Molino $L_{media}=460$ m e viadotto Posta $L_{media}=1.316$ m).

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 ($L_{media}=1.870$ m) vengono by-passati gli abitati di Scalzeri, di Longhi, di Ciechi e soprattutto del capoluogo Pedemonte, giungendo a superare l'Astico con il viadotto Ciechi ($L_{media}=280$ m) prima di imboccare la lunga galleria che si immette nel tratto successivo.

-o0o-

3. Tratto da Lastebasse a Pergine Valsugana – S.S. 47;

Il tratto in esame presenta una condizione orografica ancor più complessa rispetto al tratto precedente: il corridoio prevede infatti il collegamento di valli tra di loro separate da gruppi montuosi di grandi dimensioni e con quote rilevanti (1.300 m), con importanti insediamenti locali anche a carattere turistico (ad esempio Lavarone e Caldonazzo). Quindi l'opera autostradale si trova obbligata ad avere lunghi tratti in sotterraneo, con uscite in corrispondenza delle valli che quasi ortogonalmente vengono intersecate dal tracciato stesso, nelle quali si è ricercata la quota altimetrica di uscita in funzione delle caratteristiche di tracciato, della lunghezza delle gallerie e degli aspetti naturalistici e ambientali. Sono stati inoltre svolti studi al fine di prevedere l'inserimento di svincoli che oltre alla funzione di permeabilità con il territorio attraversato assolvesse anche la funzione di accesso per il rapido intervento concessionario e dei mezzi di soccorso in caso di anomalie di esercizio o incidenti in galleria.

La prima galleria del tratto è denominata Lavarone ($L_{media}=6.847$ m) oltrepassata la quale si incontra la Val di Centa che viene superata con il viadotto vecchio Molino ($L_{media}=175$ m) che scavalca il torrente di fondo valle e la strada provinciale S.P. 108 della Val di Centa.

Il tracciato poi ritorna in sotterraneo con la galleria Monte Rovere ($L_{media}=4.245$ m) sbucando successivamente nella piana tra i Comuni di Bosentino, Vattaro e Vigolo Vattaro, nella quale è previsto lo svincolo di Vigolo Vattaro alla progressiva km 35+000 m, mentre la parte centrale della valle viene superata con il viadotto Mandola ($L=296$ m), omonimo del torrente.

Lo svincolo rientra nella tipologia "a trombetta", è stato posizionato a nord della S.P. 1Dir che scende verso Caldonazzo costeggiando l'area commerciale comunale. Il nodo si collega alla viabilità esterna mediante la rotatoria esistente. La viabilità interferita di rango comunale viene opportunamente deviata e collegata, mentre sono state verificate le potenziali interferenze con una cabina di pompaggio dell'acquedotto che è stata

opportunamente evitata.

Si rientra successivamente in galleria (S. Vito $L_{media}=6.855$ m), in modo da evitare l'intervisibilità tra l'opera e la zona del lago di Caldonazzo, per uscire nella piana ad ovest di Pergine Valsugana dove è previsto uno svincolo di connessione alla statale n. 47 che collega Trento con Padova. In questa zona si è prestata particolare attenzione alla posizione dello svincolo, tenendo conto della presenza della statale della Valsugana, della linea ferroviaria omonima, del torrente Fersina e della lottizzazione in fase di realizzazione già in parte presente sul territorio mediante le opere di urbanizzazione. Lo svincolo di Pergine Valsugana presenta ancora una volta la conformazione tipica "a trombetta", collocandosi in stretta aderenza alla linea ferroviaria in modo da minimizzare l'occupazione di superficie potenzialmente adibita ad altre funzioni, collegandosi alla statale tramite uno svincolo delivellato. Anche in questo caso viene mantenuta la funzionalità della viabilità comunale mediante una leggera deviazione della stessa, lasciando però inalterato l'utilizzo di manufatti esistenti da parte della stessa.

Così come per gli altri svincoli sono previste delle opportune superfici dedicate alla funzione di parcheggio sia per l'utenza sia per i dipendenti che prestano servizio presso l'autostazione: collegamenti alla viabilità mediante rotatorie offrono la sicurezza della manovre e l'opportunità di prevedere elementi di arredo che potranno essere tipicizzati in funzione dello stato e della particolarità dei luoghi.

-oOo-

4. Tratto da Pergine Valsugana – S.S. 47 alla A22;

Superato lo svincolo di Pergine Valsugana il tracciato autostradale con il viadotto Fersina ($L=947$ m) supera il torrente omonimo, la linea ferroviaria e la statale della Valsugana, piegando poi decisamente verso ovest per riportarsi verso la valle dell'Adige che viene raggiunta tramite due tratti in galleria (galleria Madrano $L_{media}=2.175$ m e galleria S. Agnese $L_{media}=11.600$ m) intervallate da un breve tratto all'aperto di circa 210 m dove è ubicato il viadotto Valgranda ($L=176$) m.

La galleria S. Agnese prevede l'uscita all'aperto nella valle dell'Adige in trincea, sottopassando la statale S.S. 12, la ferrovia del Brennero e riemergendo nella piana successiva per collegarsi con l'interconnessione di Lavis all'Autostrada A22 del Brennero. La progressiva convenzionale di fine intervento è stata assunta pari a km 57+300 m, in corrispondenza dell'ultima sezione dove le 2+2 corsie autostradali sono complanari.

La conformazione dell'interconnessione autostradale è stata oggetto di attente valutazioni per tener conto non solo delle problematiche relative all'esercizio autostradale della A22 (difficoltà a realizzare sottopassi al rilevato autostradale che richiederebbero deviazioni provvisorie di difficile attuazione per la vicinanza del ponte sull'Adige), ma per le

interferenze con il tessuto territoriale che conta la pista ciclabile sull'argine sinistro dell'Adige, la viabilità comunale e provinciale (S.P. 1 di destra Adige), i canali idraulici di scolo e di irrigazione anche di dimensioni notevoli e da ultimo la presenza di un metanodotto con annesso ponte tubo di scavalco dell'Adige.

Lo schema proposto prevede di collegare la direzione in destra mano A22 sud verso A31 staccando la pista prima dell'attraversamento dell'Adige da parte della A22, mentre le altre tre manovre vengono portate a nord del citato metanodotto, prevedendo uno scavalco dell'Adige ed una intersezione con schema a "pseudo-trombetta".



Figura 13: la zona dell'interconnessione con la A22 a Lavis, dalla quale si evince la presenza del viadotto autostradale (A22) sull'Adige, il ponte tubo di un metanodotto e la pista ciclabile arginale

Tutte le curvature dell'interconnessione sono state valutate cercando di trovare un ragionevole equilibrio tra i raggi di curvatura e il consumo di territorio, con velocità di progetto di 40 km/h per le manovre indirette e 70 km/h per le manovre dirette.

Il riepilogo degli sviluppi per tipologia di intervento del tracciato 1 sono riepilogati nella seguente tabella e grafico:

	Lunghezza [m]	% sul totale
Sviluppo complessivo	57.300	-
Sviluppo in galleria	45.617	79,61%
Sviluppo in viadotto	5.443	9,50%
Sviluppo tratti all'aperto	6.240	10,89%

Tabella 3: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T1

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

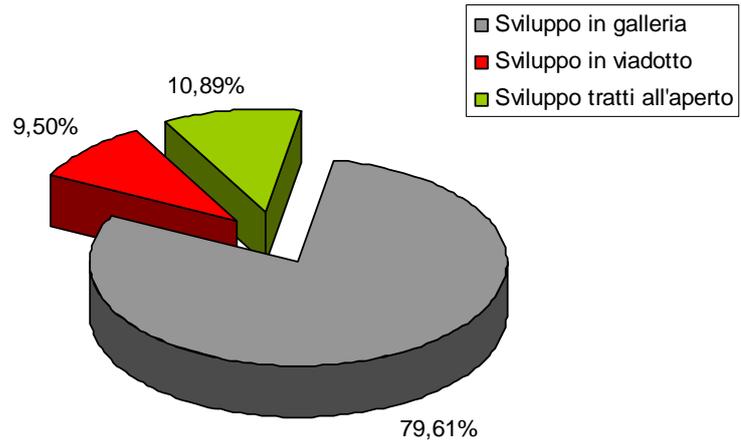


Figura 14: grafico degli sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T1

A.2.2.2 Tracciato T2, da Piovene Rocchette a Pergine Valsugana, con collegamento alla S.S. 47 ed alla Tangenziale di Trento

Il tracciato T2 inizia in corrispondenza dell'attuale terminale dell'autostrada a Piovene Rocchette in Provincia di Vicenza, si collega alla S.S. 47 in Comune di Pergine Valsugana e indirettamente giunge alla A22 tramite la S.S. 47 che, ove possibile, viene riqualificata con interventi mirati ad aumentarne la sicurezza della circolazione.

Il tracciato T2 è stato calato sul medesimo corridoio infrastrutturale del tracciato T1, ricalcandone le scelte e quindi risultando suddivisibile negli stessi tratti omogenei per caratteristiche di tracciato e di intervento, oltreché per questioni orografiche, fino allo svincolo di Pergine Valsugana, mentre il tratto successivo che viene ad identificarsi con l'attuale S.S. 47 presenta problematiche tipiche degli interventi di adeguamento di infrastrutture esistenti.

Per la descrizione dei tratti precedenti allo svincolo di Pergine Valsugana si rimanda pertanto alla descrizione di cui al precedente tracciato T1, mentre viene analizzata di seguito la differente conformazione dello svincolo medesimo ed il tratto della S.S. 47 oggetto di interventi mirati alla sicurezza della circolazione.

-o0o-

Svincolo di Pergine Valsugana ed interconnessione con la S.S. 47

Lo svincolo di Pergine Valsugana del tracciato T2 si differenzia da quello del tracciato T1 in quanto in questa configurazione non è prevista la continuità dell'asse autostradale verso la valle dell'Adige dopo lo svincolo stesso. L'obiettivo del tracciato T2 è quello di collegare questo terminale con la rete autostradale costituita dalla A22 utilizzando infatti il sedime della S.S. 47, il quale a tutti gli effetti diviene una sorta di raccordo autostradale non soggetto a pedaggio che permette di lasciare inalterato il tessuto delle relazioni locali che fanno capo alla statale medesima, sfruttando nel contempo un'infrastruttura che di recente è stata oggetto di ammodernamento nel tratto della galleria Martignano. Lo svincolo privilegia pertanto la manovra diretta verso Trento, facendo in modo che chi proviene dall'autostrada verso Trento vada sulla statale e viceversa, mentre la statale nella sua relazione con la parte a sud verso Padova trova una connessione che ne riduce le velocità privilegiando l'asse principale A31 – Trento. Per permettere che il raccordo autostradale non sia soggetto a pedaggio è stata posizionata una barriera di esazione, ipotizzando in questa fase un numero di porte pari a 6+5.

Superata la barriera di esazione pertanto, l'asse principale prosegue verso Trento, ma è prevista anche una diramazione verso Pergine Valsugana con un ulteriore collegamento alla

S.S. 47 nella stessa posizione del tracciato T1, dove viene meno però a differenza di questo la manovra da Trento verso la A31 perché già presente sull'interconnessione con la statale.

Così come per il tracciato T1, lo svincolo è stato studiato in modo da minimizzare l'occupazione territoriale, inserendosi nel contesto senza interferire con la linea ferroviaria Trento-Padova della Valsugana, del torrente Fersina e della lottizzazione in fase di realizzazione già in parte presente sul territorio mediante le opere di urbanizzazione. Anche in questo caso sono state previste opportune superfici per garantire le funzioni di parcheggio sia per l'utenza sia per i dipendenti che prestano servizio presso l'autostazione.

-o0o-

Tratto di ammodernamento della S.S. 47 tra Pergine Valsugana e Trento

La statale 47 della Valsugana è una strada che collega la pianura padana padovana a Trento, con uno sviluppo che può essere sostanzialmente diviso in due tratti: quello di pianura da Padova fino a Bassano del Grappa e quello di montagna che si inserisce nella Valsugana giungendo a raccordarsi con il sistema delle tangenziali della città di Trento.

Con riferimento al tratto in oggetto da Pergine Valsugana verso Trento vanno ripercorse alcune modifiche storiche che si sono susseguite negli anni, portando quella che un tempo era una tranquilla strada di collegamento tra le città terminali e i comprensori attraversati ad una strada statale di vitale importanza per la socio-economia del territorio e per il ruolo di adduzione verso Trento ed il sistema relazionale che ad esso fa capo.

Partendo da una strada ad unica carreggiata ed ad 1+1 corsia per senso di marcia, la strada si è evoluta verso un nuovo status, nel quale successivi interventi di ammodernamento hanno realizzato in successione tratti di variante, svincoli delivellati, il raddoppio delle carreggiate ed ultimamente l'intervento di maggior entità costituito dalla galleria di Martignano.

Sono ancora ben visibili le tracce di come la statale abbia seguito questo percorso di ammodernamento fino ai giorni nostri, lasciando chiaramente vedere tratti di vecchia concezione dismessi, opere con sviluppi diversi a seconda del verso di percorrenza e disomogeneità tra gli interventi succedutisi. Probabilmente la mancanza di una logica complessiva ha portato alla situazione attuale, nella quale permangono alcune anomalie che portano a situazioni conflittuali o di pericolosità: ne sono un esempio alcune immissioni con sviluppi limitati o la presenza di aree di sosta per mezzi pubblici fuori sede sulle quali convergono anche relazioni locali ed aree di parcheggio privato per l'esercizio delle attività commerciali ed alberghiere.



Figura 15: la S.S. 47 in un tratto ammodernato con la commistione di diverse funzioni: fermata della linea bus, attività alberghiera a ridosso della sede stradale, con ridotta o assente corsia di decelerazione

In tutto questo la sezione tipologica a due corsie per senso di marcia senza neppure una minima banchina sia in destra che in sinistra, rende la sezione “stretta”, con una potenziale mancanza di visibilità e senza nessuna possibilità di intervento per i mezzi di soccorso.

Gli interventi che si propongono prevedono in linea generale l’allargamento della sezione con la realizzazione delle banchine in destra di larghezza pari a 1,75 m nei soli tratti in rilevato o in trincea, essendo la realizzazione dello stesso intervento nei tratti in galleria o in viadotto di difficile realizzazione in condizioni di esercizio, soprattutto considerando anche la notevole mole di traffico che la statale si trova a scontare ogni giorno.



Figura 16: un tratto a carreggiate separate della S.S. 47 con vista sul viadotto Crozi per la direz. Padova

In corrispondenza di alcune situazioni critiche come le fermate delle linee di trasporto pubblico si prevedono interventi minimali di canalizzazione e regolazione delle manovre, in modo comunque da migliorare e rendere più sicura la circolazione.

Nei tratti in galleria non sono previsti interventi sulle opere civili, ma si prevede la messa a norma degli impianti di illuminazione e ventilazione, tenendo conto della vetustà degli stessi. Inoltre la tinteggiatura delle pareti ed il miglioramento della segnaletica sono interventi che

migliorano la percezione del sistema galleria da parte dell'utenza, inducendola ad un comportamento più consono alle condizioni reali.

Infine, sempre nei tratti all'aperto è prevista la sistemazione delle barriere di sicurezza laterali dove queste risultassero non presenti oppure di tipologia e condizioni non idonee.

Ovviamente nella più recente galleria di Martignano, già in condizioni corrispondenti alla norma in termini di dotazione di opere civili (by-pass, piazzole) ed impiantistiche non si prevedono interventi.

	Lunghezza [m]	% sul totale
Sviluppo complessivo	42.560	-
Sviluppo in galleria	31.842	74,82%
Sviluppo in viadotto	5.267	12,38%
Sviluppo tratti all'aperto	5.451	12,81%

Tabella 4: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T2 (per il tratto in nuova sede)

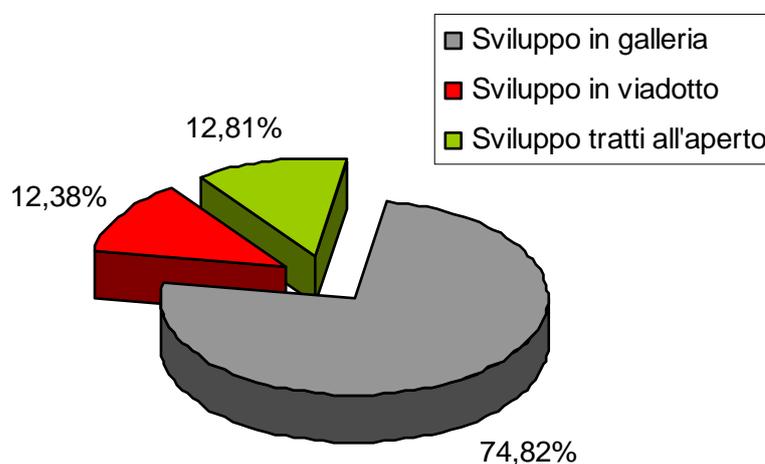


Figura 17: grafico degli sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T2 (per il tratto in nuova sede)

A.2.2.3 Tracciato T3, da Piovene Rocchette a Trento, con collegamento alla A22 in corrispondenza del nuovo casello di Trento Sud

Il tracciato T3 inizia in corrispondenza dell'attuale terminale dell'autostrada a Piovene Rocchette in Provincia di Vicenza e si collega alla A22 nel territorio comunale di Trento, in corrispondenza del nuovo casello autostradale di Trento Sud sulla A22 prossimo all'apertura. L'intero sviluppo è sostanzialmente suddivisibile in tratti omogenei per caratteristiche di tracciato e di intervento, oltreché per questioni orografiche, potendo così distinguere la descrizione nei seguenti 3 tratti:

1. tratto da Piovene Rocchette ad Arsiero;
2. tratto da Arsiero a Lastebasse;
3. tratto da Lastebasse a Trento Sud.

Per la descrizione dei tratti precedenti a Lastebasse si rimanda alla descrizione di cui al precedente tracciato T1, mentre si descrive di seguito il tratto da Lastebasse fino all'interconnessione al casello di Trento Sud.

-o0o-

3. Tratto da Lastebasse a Trento Sud

Come per il tratto 3 del tracciato T1, il tratto in esame presenta una condizione orografica ancor più complessa rispetto al tratto precedente, obbligando l'opera autostradale ad avere lunghi tratti in sotterraneo, con uscite in corrispondenza delle valli che quasi ortogonalmente vengono intersecate dal tracciato stesso.

Iniziando dal tratto precedente, il tracciato imbecca la galleria Lavarone ($L_{media}=8.030$ m) per sbucare all'aperto nella bassa Val di Centa, nel Comune di Caldonazzo, che viene superata con il viadotto Val di Centa ($L_{media}=336$ m) per scavalcare sia il torrente di fondovalle sia la strada provinciale S.P. 108 della Val di Centa. In questa valle è stato posizionato lo svincolo di Caldonazzo, con conformazione tipica "a trombetta", le piste di svincolo si sviluppano parzialmente in viadotto e in galleria, stante gli scarsi spazi disponibili all'aperto. Lo svincolo si posiziona in destra orografica del torrente Centa, sul versante opposto a quello che ospita la strada provinciale, prevedendone il collegamento alla viabilità ordinaria tramite una rotatoria sulla nuova viabilità comunale, recentemente realizzata comprensiva di un nuovo ponte sul torrente Centa. In corrispondenza della rotatoria è stato posizionato anche un parcheggio scambiatore.

Per facilitare i collegamenti con la vicina S.S. 47 della Valsugana è stata prevista una variante alla S.P. 1 del Lago di Caldonazzo, in modo da evitare che la relazione tra il nuovo svincolo autostradale e la S.S. 47 si sviluppi utilizzando un sedime stradale che attraversa parte

dell'abitato di Caldonazzo. La bretella, di categoria stradale C1, presenta una lunghezza di circa 1,8 km circa, e si ricollega al sedime esistente nel tratto extraurbano della provinciale, proseguendo poi verso la S.S. 47 alla quale è attualmente collegata con uno svincolo a livelli sfalsati. Nel tratto di variante sono inseriti un sottopasso ed una rotatoria, in modo da rispettare il sistema relazionale attuale che conta una serie di viabilità comunali per l'accesso ai fondi, al torrente ed ad alcune abitazioni posizionate sulla piana.



Figura 18: il torrente della val di Centa con in lontananza il nuovo viadotto che collega le due sponde

Superata la Val di Centa il tracciato autostradale ritorna in galleria (galleria Caldonazzo $L_{media}=2.362$ m) per riemergere in una stretta valle ad ovest dell'abitato di Calceranica al Lago, superata con un breve viadotto (viadotto Calceranica $L_{media}=117$ m), per poi dirigersi con la galleria Marzola ($L_{media}=9.037$ m) verso lo svincolo ed interconnessione terminale di Trento Sud.

A differenza del tracciato T1 questo tracciato, per consentire la discesa verso Trento dovendo quindi spostarsi più verso est nel tratto tra Caldonazzo e Calceranica al Lago, ha dovuto ricercare un punto di uscita ad una quota più bassa (529 m s.l.m. contro i 668 m s.l.m.).

Il punto terminale del tracciato T3 è stato posizionato in corrispondenza del **nuovo casello autostradale di Trento Sud**. Questa posizione è stata valutata ottimale perché consente di riunire nel medesimo nodo sia l'interconnessione tra le due autostrade sia il collegamento con la viabilità esterna tramite il nuovo casello stesso. Questo permette così di servire non solo i traffici autostradali, ma di porli in relazione anche al sistema di viabilità del capoluogo Trento, risultando infatti questo strategicamente collegato alla nuova S.S. 12 che funge a tutti gli effetti da Tangenziale cittadina.

Lo studio dello svincolo ha puntato a lasciare inalterate le opere di recente realizzazione, ottimizzando le manovre in modo da permettere tutti gli scambi funzionali afferenti allo svincolo, sia tra le autostrade che tra queste e la viabilità esterna.

E' stata inoltre valutata la posizione di uscita dalla galleria Marzola e conseguentemente del viadotto Adige ($L_{media}=1.070$ m) per non generare interferenze con il vicino aeroporto di Trento, valutando la distanza e le quote altimetriche in funzione dei coni di discesa previsti dalla classificazione aeroportuale.

	Lunghezza [m]	% sul totale
Sviluppo complessivo	44.350	-
Sviluppo in galleria	33.324	75,14%
Sviluppo in viadotto	5.393	12,16%
Sviluppo tratti all'aperto	5.633	12,70%

Tabella 5: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T3

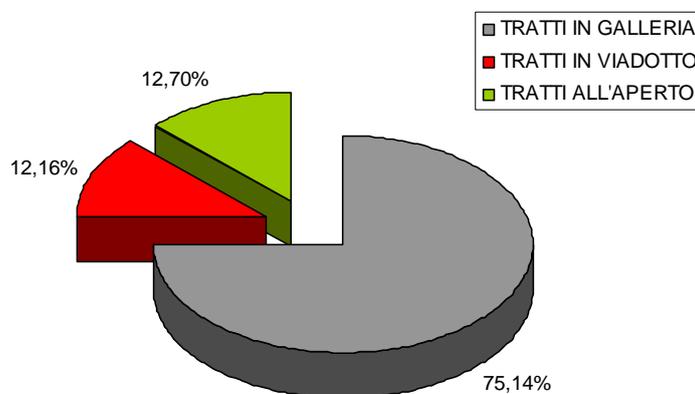


Figura 19: grafico degli sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T3

A.2.2.4 Tracciato T4, da Piovene Rocchette a Besenello, con collegamento alla A22

Il tracciato T4 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.

Come descritto in precedenza, l'intero sviluppo è sostanzialmente suddivisibile in tratti omogenei per caratteristiche di tracciato e di intervento, oltreché per questioni orografiche, potendo così distinguere la descrizione nei seguenti 3 tratti:

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

Per la descrizione dei tratti precedenti a Lastebasse si rimanda alla descrizione di cui al precedente tracciato T1, mentre si descrive di seguito il tratto da Lastebasse fino all'interconnessione alla A22 di Besenello.

-o0o-

3. Tratto da Lastebasse a Besenello

Come per i tracciati precedenti la parte a nord di Lastebasse risulta condizionata dalla presenza dei rilievi montuosi che devono necessariamente essere sottopassati con sviluppi delle opere in sotterraneo piuttosto consistenti.

Nel caso del tracciato T4, che 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 media di 15,012 km 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=525 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 12, della ferrovia e dell'Adige, ricercando anche un equilibrio architettonico dell'opera in termini di lunghezze delle campate e spessori strutturali.



Figura 20: l'area di interconnessione con la A22: il versante della montagna lungo il quale il tracciato si adagia prima dell'imbocco, la zona di svincolo e il tratto di SS12 e ferrovia da superare in viadotto

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 T4, 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 al fase di cantiere, al limite della realizzabilità.

Lo svincolo di interconnessione presenta una geometria riconducibile ad uno svincolo "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.

	Lunghezza [m]	% sul totale
Sviluppo complessivo	39.300	-
Sviluppo in galleria	28.907	73,55%
Sviluppo in viadotto	4.374	11,13%
Sviluppo tratti all'aperto	6.019	15,32%

Tabella 6: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T4

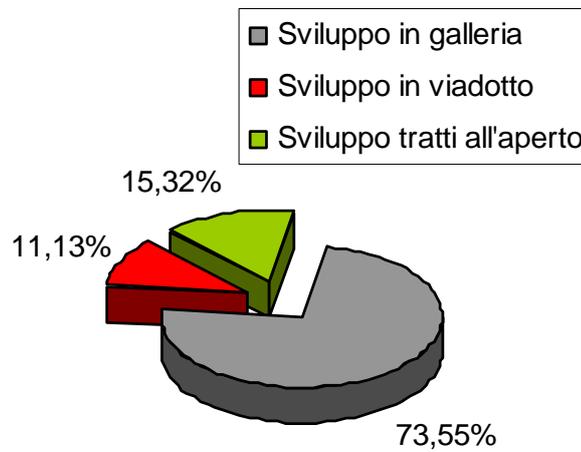


Figura 21: grafico degli sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T4

A.2.2.5 Tracciato T5, da Piovene Rocchette a Rovereto Sud, con collegamento alla A22 in corrispondenza del casello di Rovereto Sud

Il tracciato T5 inizia in corrispondenza dell'attuale terminale dell'autostrada a Piovene Rocchette in Provincia di Vicenza e si collega alla A22 nel territorio comunale di Rovereto in Provincia di Trento.

L'intero sviluppo è sostanzialmente suddivisibile in tratti omogenei per caratteristiche di tracciato e di intervento, oltreché per questioni orografiche, potendo così distinguere la descrizione nei seguenti due tratti:

1. tratto da Piovene Rocchette ad Arsiero;
2. tratto da Arsiero a Rovereto;

Per la descrizione del tratto fino ad Arsiero si rimanda alla descrizione di cui al precedente tracciato T1, mentre si descrive di seguito il tratto da Arsiero a Rovereto.

-o0o-

2. Tratto da Arsiero a Rovereto

Il Tracciato T5 a differenza di tutti gli altri tracciati studiati, non segue la valle dell'Astico fino alla località Lastebasse, ma abbandona la valle in corrispondenza di Arsiero, discostandosi dagli altri corridoi subito dopo il viadotto Velo.

Superato il torrente Astico e la S.S. 350 con il viadotto Velo (termine viadotto alla progressiva km 7+053), l'asse autostradale piega verso ovest con dei tratti in rilevato ed in trincea fino alla progressiva km 7+900 m, dove con il viadotto Arsiero (L=460 m) si supera il torrente e l'incisione valliva per attestarsi sulla piana ad est della S.S. 350 prima di imboccare la galleria Caviojo ($L_{media}=3.671$ m). Il tratto precedente la galleria si colloca immediatamente a sud della zona industriale di Arsiero, senza interferire con la viabilità e gli edifici industriali della stessa ma prevedendo la demolizione di un piccolo fabbricato civile.

La galleria, che si rende necessaria per superare il Monte Caviojo, che separa la valle dell'Astico con la val Posina e le valli laterali, sottopassa anche la valle del rio Freddo ed emerge in vicinanza della frazione di Castana di Arsiero, dove è previsto uno svincolo con la consueta geometria "a trombeta", che prevede parte degli sviluppi delle piste in galleria e parte in viadotto a causa dei limitati spazi all'aperto disponibili.

Lo svincolo si collega alla strada provinciale della Val Posina con una rotatoria.



Figura 22: la valle dell’Astico ad Arsiero vista verso sud-est (zona del viadotto Arsiero e galleria Cavigio)

La valle viene superata con il viadotto Castana ($L=460$ m) prima di rientrare in galleria (galleria Castana $L_{media}=460$ m) per uscire ancora in Val Posina superata con il viadotto omonimo di lunghezza 300 m.

Questa alternanza viadotto/galleria si rende necessaria a causa dell’orografia del territorio che si presenta con decise caratteristiche montane, con rilievi molto acclivi che delimitano strette valli solcate sul fondo da corsi d’acqua a carattere torrentizio nelle quali convergono con i loro affluenti le valli laterali.

Si rientra nuovamente in sotterraneo con la galleria Gamonda ($L_{media}=1.740$ m), poi si esce nella stretta valle di Fioba (superata con il viadotto omonimo $L=50$ m), si rientra nella galleria Laghi ($L_{media}=2.402$ m) e si raggiunge la valle dell’Inferno (superata con il viadotto omonimo $L_{media}=45$ m) che rappresenta il punto di chiusura della valle principale.

Infatti, per trovare un nuovo varco all’aperto bisogna prevedere lunghe gallerie per sbucare nella valle del Terragnolo: la ricerca dell’uscita è stata condotta cercando di limitare la lunghezza della galleria intervalliva, giungendo alla soluzione proposta con la galleria La Colombara ($L=7.200$ m) che esce nel comune di Terragnolo (TN).

La particolarità di questo contesto orografico è la forma particolarmente scoscesa delle pareti delle montagne che la contornano, con gli insediamenti umani e la viabilità posti sul versante nord, mentre quello a sud non presenta evidenti segni antropici, probabilmente legati alla morfologia complessa. Sono presenti strette valli laterali con i loro compluvi naturali, con pendenze particolarmente elevate ed a volte sedi di fenomeni erosivi e gravitativi che influiranno sulla cantierizzazione delle opere. Vale la pena sottolineare che comunque la situazione non sarebbe sostanzialmente migliore sul versante opposta, eccezion fatta per la sola presenza della viabilità che renderebbe meno problematico, ma non risolutiva, la cantierizzazione generale.

Si viene così a riproporre il tema dell’alternanza viadotto/galleria, trovando la successione

viadotto Geròli ($L_{\text{nord}}=163$ m, $L_{\text{sud}}= 60$ m), la galleria Geròli ($L_{\text{nord}}=1.375$ m, $L_{\text{sud}}= 1.320$ m), la galleria Ronco ($L_{\text{nord}}=1.455$ m, $L_{\text{sud}}= 1.530$ m), la galleria il Corno ($L_{\text{nord}}=1.094$ m, $L_{\text{sud}}= 1.285$ m), il viadotto Val della Zal ($L_{\text{nord}}=90$ m, $L_{\text{sud}}= 75$ m), la galleria Boccardo ($L_{\text{nord}}=5.155$ m, $L_{\text{sud}}= 5.415$ m), il viadotto Leno ($L=100$ m) e l'ultimo tratto in sotterraneo rappresentato dalla galleria Marco ($L_{\text{nord}}=4.855$ m, $L_{\text{sud}}= 4.810$ m) che porta tramite il viadotto Marco ($L=910$ m) allo svincolo ed interconnessione con la A22 in corrispondenza del casello autostradale esistente di Rovereto Sud.

Come si nota per la lunghezza di queste opere si incontra uno scarto importante tra la carreggiata direzione nord e la carreggiata direzione sud, che riflette le difficoltà orografiche e la forte acclività delle pareti delle montagne della valle del Terragnolo, lasciando una generale sensazione di difficoltà oggettiva nella cantierizzazione del tracciato.



Figura 23: la valle del Terragnolo e le valli laterali, caratteristiche per l'acclività e la scarsa accessibilità

Il punto di aggancio terminale del tracciato T5, quello più a sud tra i tracciati alternativi proposti, è stato posizionato in corrispondenza dell'attuale svincolo autostradale della A22 di Rovereto Sud, riprendendo uno degli storici tracciati studiati nei decenni scorsi per la A31 e considerandone, anche dal punto di vista trasportistico, i potenziali vantaggi nei confronti del bacino del Lago di Garda facilmente raggiungibile tramite la viabilità ordinaria (di recente potenziata e riqualificata) afferente al casello stesso.

In corrispondenza dell'abitato di Marco, a Rovereto, si evidenziano alcune difficoltà legate alla presenza di edifici residenziali, alcuni di recente realizzazione, non riportati sulla cartografia della provincia di Trento e interferenti con le opere in progetto.

Lo schema di interconnessione prevede il mantenimento del casello autostradale (rampe ed opera di scavalco) implementando anche le relazioni di scambio tra le due autostrade.

	Lunghezza [m]	% sul totale
Sviluppo complessivo	40.850	-
Sviluppo in galleria	32.071	78,51%
Sviluppo in viadotto	3.269	8,00%
Sviluppo tratti all'aperto	5.510	13,49%

Tabella 7: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T5

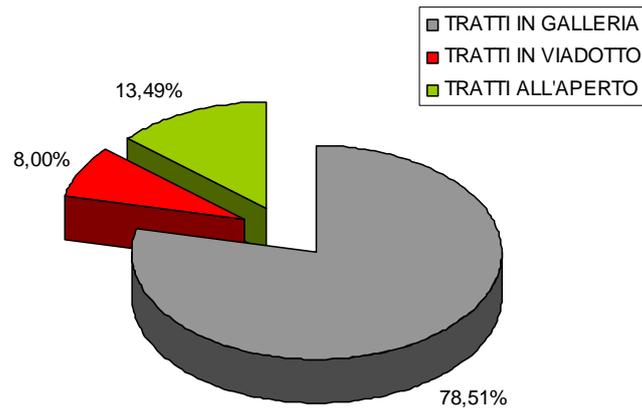


Figura 24: grafico degli sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T5

A.2.2.6 Tracciato T6, da Piovene Rocchette a Trento

Il tracciato T6 inizia in corrispondenza dell'attuale terminale dell'autostrada a Piovene Rocchette in Provincia di Vicenza e si collega alla A22 in due posizioni, a sud ed a nord di Trento, sempre nel territorio comunale di Trento.

Vale la pena tuttavia considerare in una breve descrizione concettuale il tracciato T6 nella sua interezza, prima di descrivere i singoli tratti che lo compongono.

Infatti, il tracciato T6 presenta un carattere decisamente innovativo rispetto ai precedenti 5 tracciati prima descritti, che seppur con andamenti planoaltimetrici e punti terminali diversi, ricalcano però tutti il concetto, già espresso anche nella fasi progettuali storiche della A31 Nord, di ricercare un percorso che parte da Piovene Rocchette e si collega direttamente o indirettamente all'Autostrada A22.

La soluzione proposta dal tracciato T6 punta infatti certamente a ripercorrere il processo decisionale già svolto per i tracciati precedenti, ma introduce un approccio diverso verso l'Autostrada A22, analizzandone le criticità e provando ad unificare la soluzione per entrambe le infrastrutture.

Per tale ragione il collegamento alla A22 risulta "doppio": la prima connessione infatti ricalca concettualmente l'interconnessione autostradale già espressa per i tracciati T1 e T4, ma permette al nuovo asse di "continuare" una volta superato il fiume Adige, andando a ricollegarsi alla A22 più a nord, dopo lo svincolo attuale di Trento Centro.

La soluzione ha analizzato come l'Autostrada A22 presenti una forte criticità in corrispondenza della galleria Piè di Castello tra i caselli di Trento Sud e Trento Centro, soprattutto alla luce dell'introduzione della terza corsia dinamica che il Concessionario sta implementando sulla tratta e che non risulta possibile nella citata galleria per le ristrette dimensioni trasversali della stessa. Inoltre, la confluenza tra le due autostrade appena a sud della galleria potrebbe indurre potenziali fenomeni di congestione in occasione dei periodi di esodo che potrebbero ulteriormente peggiorare il quadro esistente.



Figura 25: la galleria Piè di Castello sulla A22, con sezione stradale senza la corsia di emergenza

Il Tracciato T6 quindi ipotizza una prima interconnessione tra le due autostrade e un tratto “di variante” all’autostrada A22 di circa 12,5 km in modo che il percorso A31 – Brennero avvenga sul tratto in nuova sede, così come per il percorso Verona – Brennero. Il tratto esistente della A22 tra le due nuove interconnessioni verrebbe invece dedicato ai soli utenti in transito sulla A22 che si relazionano ai caselli cittadini di Trento Sud e Trento Centro, diminuendo così la pressione del traffico su questo tratto di autostrada prossimo alla città.

Con queste premesse l’intero sviluppo è sostanzialmente suddivisibile in tratti omogenei per caratteristiche di tracciato e di intervento, oltreché per questioni orografiche, potendo così distinguere la descrizione nei seguenti 4 tratti:

1. tratto da Piovene Rocchette ad Arsiero;
2. tratto da Arsiero a Lastebasse;
3. tratto da Lastebasse all’interconnessione A31/A22 (Trento Sud);
4. tratto dall’interconnessione A31/A22 (Trento Sud) ad interconnessione A22 (Trento Nord).

Per quanto riguarda la descrizione dei tratti 1 e 2 si rimanda all’analogha descrizione presente nel tracciato T1, procedendo invece nel seguito alla descrizione dei tratti 3 e 4.

-o0o-

3. Tratto da Lastebasse all’interconnessione A31/A22 (Trento Sud)

Superato il viadotto Ciechi il tracciato imbecca la galleria Lavarone ($L_{media}=8.070$ m) per superare la chiusura della valle dell’Astico da parte dei rilievi montuosi, uscendo all’aperto come il Tracciato T3 nella bassa Val di Centa, che viene però superata con un’inclinazione azimutale leggermente diversa. La valle viene superata con il viadotto omonimo di lunghezza 260 m, mentre sul fondo viene realizzato lo svincolo di Caldonazzo, con conformazione tipica “a trombeta”, con sviluppi delle piste di svincolo in viadotto e in galleria, stante la scarsa

disponibilità di aree disponibili all'aperto. Lo svincolo si posiziona in destra orografica del torrente Centa, sul versante opposto a quello che ospita la strada provinciale, prevedendone il collegamento alla viabilità ordinaria tramite una rotatoria sulla nuova viabilità comunale, recentemente realizzata comprensiva di un nuovo ponte sul torrente Centa. In corrispondenza della rotatoria è stato posizionato anche un parcheggio scambiatore.

Per facilitare i collegamenti con la vicina S.S. 47 della Valsugana è stata prevista una variante alla S.P. 1 del Lago di Caldonazzo, in modo da evitare che la relazione tra il nuovo svincolo autostradale e la S.S. 47 si sviluppi utilizzando un sedime stradale che attraversa parte dell'abitato di Caldonazzo. La bretella, di categoria stradale C1, presenta una lunghezza di circa 1,8 km circa, e si ricollega al sedime esistente nel tratto extraurbano della provinciale, proseguendo poi verso la S.S. 47 alla quale è attualmente collegata con uno svincolo a livelli sfalsati. Nel tratto di variante sono inseriti un sottopasso ed una rotatoria, in modo da rispettare il sistema relazionale attuale che conta una serie di viabilità comunali per l'accesso ai fondi, al torrente ed ad alcune abitazioni posizionate sulla piana.

Superata la Val di Centa il tracciato autostradale ritorna in galleria, piegando decisamente verso ovest per raggiungere la valle dell'Adige, sottopassando il rilievo attraverso la galleria Sasso dell'Aquila (L=10.350 m), allo sbocco della quale supera con il viadotto Adige 1 (L=450 m) la statale 12, la linea ferroviaria del Brennero ed il fiume Adige raggiungendo la zona dell'interconnessione A22/A31 convenzionalmente ubicata al km 43+000 m.

Lo svincolo presenta la completezza delle manovre in tutti i quadranti, facendo in modo che entrambe le autostrade possano essere considerate dal punto di vista planoaltimetrico come asse principale senza penalizzazioni delle velocità di progetto o di percorrenza. In questa proposta progettuale è stato ipotizzato che l'asse della A31 sia continuo verso nord e che l'asse della A22 proveniente da sud si immetta o si stacchi da questo. Per quanto riguarda invece l'asse della A22 che proviene da nord questo viene considerato come secondario rispetto agli altri assi che si intersecano nell'interconnessione, prevedendo nel nodo la completezza di tutte le manovre anche attraverso opportune opere di scavalco e di sottopasso.

-o0o-

4. Tratto dall'interconnessione A31/A22 (Trento Sud) ad interconnessione A22 (Trento Nord).

Superata l'interconnessione A31/A22 il tracciato si sposta sempre più verso il massiccio del Bondone, immettendosi in una lunga galleria che porta all'interconnessione di Trento Nord

(galleria Bondone L=9.150 m). In questo tratto si è scelto di privilegiare un percorso in sotterraneo rispetto ad uno all'aperto per non avere due autostrade pseudo parallele che corrono sul fondovalle e per limitare il consumo di territorio pregiato e delicato, sede di impianti a vigneto di notevole valore. Ad ogni buon conto il tracciato non avrebbe comunque potuto restare totalmente all'aperto, perché all'approssimarsi alla città di Trento l'urbanizzazione non lascia aperti varchi per inserire un'ulteriore autostrada (area industriale in destra Adige di Gravina).

Superata Trento, il nuovo asse autostradale supera l'Adige con il viadotto Adige 2 (L=350 m) e si riporta sul sedime attuale della A22, realizzando un'interconnessione parziale, non collegando la direzione A22 esistente (tratto tra i caselli Trento Sud e Trento Centro) con il nuovo asse autostradale, in quanto tali manovre trovano ragion d'essere nell'interconnessione A31/A22 posta più a sud. Non appare infatti logico che l'utente che entri in autostrada a Trento Centro in direzione sud risalga fino all'interconnessione per poi imboccare la nuova galleria. L'interconnessione A22 si pone alla convenzionale progressiva km 55+000 m.

	Lunghezza [m]	% sul totale
Sviluppo complessivo	55.000	-
Sviluppo in galleria	41.464	75,39%
Sviluppo in viadotto	5.009	9,11%
Sviluppo tratti all'aperto	8.527	15,50%

Tabella 8: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T6 completo

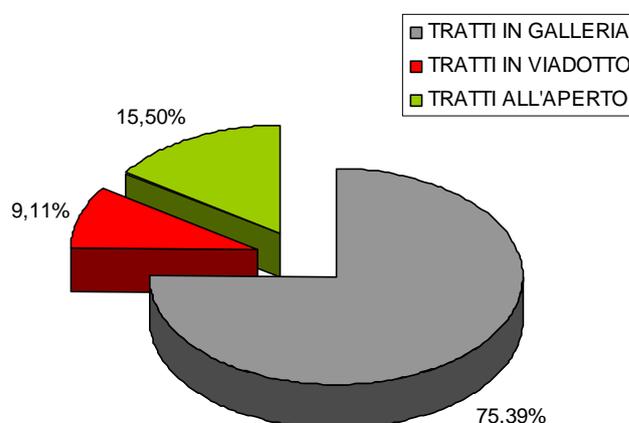


Figura 26: grafico degli sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T6 completo

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

	Tratto da Piovene Rocchette ad Interconnessione A31/A22 (Trento Sud)		Tratto da Interconnessione A31/A22 (Trento Sud) ad Interconnessione A22 (Trento Nord)	
	Lunghezza [m]	% sul totale	Lunghezza [m]	% sul totale
Sviluppo complessivo	42.750,0	-	12.250,0	-
Sviluppo in galleria	32.314,0	75,59%	9.150,0	74,69%
Sviluppo in viadotto	4.559,50	10,67%	450,0	3,67%
Sviluppo tratti all'aperto	5.876,50	13,75%	2.650,0	21,62%

Tabella 9: sviluppi per tipologia di intervento del Tracciato T6 nei due tratti principali che lo compongono

A.2.2.7 Caratteristiche geometriche e funzionali delle 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.

L'articolazione del processo compositivo dei diversi elementi che costituiscono le sezioni tipo avviene attraverso l'applicazione delle 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) e delle regole del buon costruire (elementi di smaltimento delle acque di piattaforma).

Una volta scelta la categoria A *"Autostrade in ambito extraurbano"*, secondo i criteri definiti dalle *"Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"*, è stata analizzata l'organizzazione degli spazi di piattaforma stradale e dei margini interno ed esterno, intendendo come minimi quelli previsti dalle sopra citate norme e dal Codice della strada.

Alla luce di questa impostazione, la piattaforma quindi risulta così composta:

- 2 carreggiate ciascuna composta da n. 2 corsie per senso di marcia di larghezza pari a 3,75 m;
- un margine interno tra le carreggiate, di larghezza minima pari a 4,00 m, composto da uno spartitraffico minimo di 2,60 m e da n. 2 banchine in sinistra di larghezza minima di 0,70 m;
- una corsia di emergenza di larghezza pari a 3,00 m.

La larghezza complessiva minima della piattaforma risulta pari a 11,20 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 superiore del progetto pari a 5,27% 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 4,78%.

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 2,50 m. La dimensione è stata oggetto di studi mirati, in relazione alla tipologia di barriera di sicurezza da adottare, in funzione del tipo di collettamento delle acque di piattaforma e in funzione degli spazi necessari per l'alloggiamento degli impianti tecnologici di linea.

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 inerbite con terreno vegetale per uno spessore minimo di 30 cm.

Di seguito è dettagliato lo studio condotto per la scelta della barriera di sicurezza e s'illustra la tipologia di smaltimento delle acque di piattaforma.

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

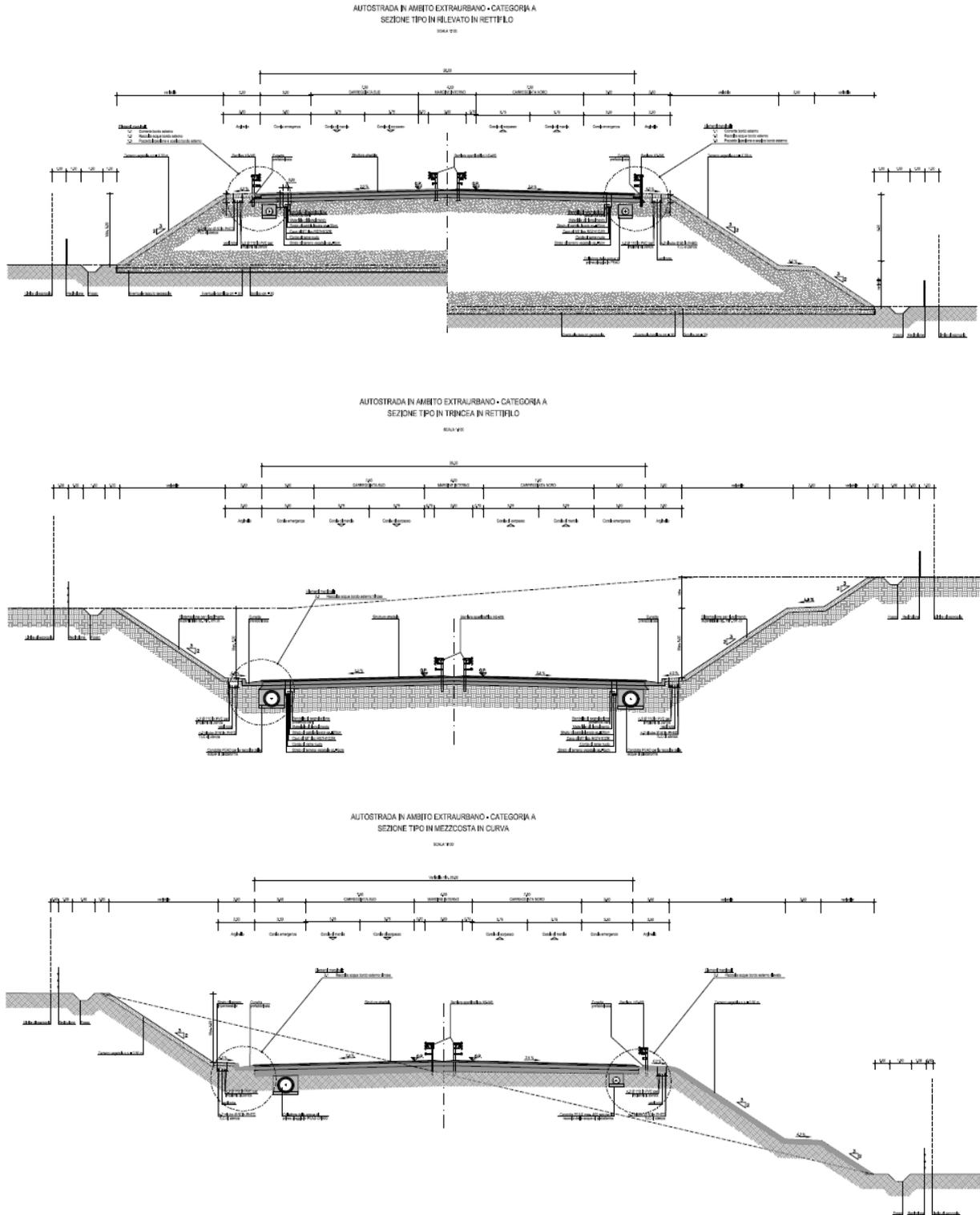


Figura 27: sezioni tipo in rilevato, trincea e mezza costa per la A31 Nord

Scelta della tipologia di barriera di sicurezza

Per la scelta della barriera di sicurezza più idonea nel caso in esame si sono analizzate due possibili applicazioni:

1. barriera spartitraffico bifilare metallica a tripla onda;
2. barriera spartitraffico monofilare bifacciale metallica a tripla onda o in calcestruzzo tipo New Jersey.

Le due ipotesi studiate prevedono l'adozione di barriere per una categoria di traffico tipo III (TGM>1.000 veic., 15% traffico pesante).

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.

Figura 28: tabella con le indicazioni sulla tipologia di barriera di sicurezza da adottare

Fissato il materiale di costruzione della barriera (nel caso autostradale si riducono alle barriere in acciaio ed alle barriere in calcestruzzo), 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.

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 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.**

A questa scelta si è arrivati anche considerando le problematiche relative all'adozione della barriera centrale monofilare bifacciale che non si riscontrano con l'altra tipologia:

- nel passaggio da rilevato a viadotto l'adozione di una barriera centrale monofilare richiede la realizzazione di un impalcato unico oppure, in caso di impalcati separati, con le barriere spartitraffico bifilari, la necessità di una doppia transizione da barriera monofilare a barriere bifilari all'inizio e fine dell'opera; l'adozione di un unico impalcato pone, a sua volta, criticità di inserimento sul territorio delle sottostrutture, dovendo prevedere pile che sostengono l'intera struttura e che, rispetto ad una soluzione ad impalcati separati, non permettono lo sfalsamento longitudinale, a volte necessario in corrispondenza di attraversamenti obliqui;
- la necessità di allargare la dimensione dello spartitraffico che, come da definizione normativa, deve contenere gli elementi di separazione fisica e lo spazio destinato al loro funzionamento. Con riferimento alle migliori prestazioni in termini di W per le barriere attualmente disponibili sul mercato, si possono prefigurare i seguenti due casi:
 - adottando una *barriera metallica tipo tripla onda omologata con larghezza operativa W5 la dimensione minima diviene 2,80 m;*
 - adottando una *barriera in calcestruzzo tipo New Jersey omologata con larghezza operativa W7 la dimensione minima diviene 4,40 m,*

Questi valori vanno confrontati con la dimensione minima di normativa pari a 2,60 m che invece viene mantenuta a tale valore con l'adozione di due barriere metalliche monofilari. Per completezza di seguito si riporta la tabella riepilogativa che relazione la classe della barriera con i valori della larghezza di funzionamento della barriera medesima e si allegano i certificati di omologazione richiamati;

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 10: valori del parametro W in funzione della classe di contenimento

- la necessità di prevedere elementi segnaletici e dissuasori in prossimità dello spartitraffico (min. 2,60 m) per renderlo non carrabile al fine di rispettare la definizione normativa del D.M. 5-11-2001 relativa all'elemento in oggetto, evitando potenziali comportamenti anomali dell'utenza (pericolose manovre che potrebbero portare i conducenti a "tagliare" le curve). Tra i provvedimenti si possono citare anche pavimentazione colorata, con maggiore aderenza e con segnalazione acustica, ecc.;
- le difficoltà legate alle operazioni di manutenzione: nel caso di sostituzione della barriera, per operare in sicurezza vi sarebbe la necessità di chiudere al traffico entrambe le corsie di sorpasso per la protezione dell'area di cantiere, con conseguenti incrementi di costi manutentivi e di peggioramento delle condizioni di circolazione su entrambe le carreggiate anziché su una sola;
- la necessità di prevedere la canaletta continua per la raccolta delle acque di piattaforma in corrispondenza del margine sinistro, nei tratti in curva, potrebbe influenzare il comportamento effettivo della barriera di sicurezza a causa di possibili imperfezioni del piano di scorrimento della barriera stessa. La problematica risulta particolarmente gravosa nel caso di adozione di barriera tipo New Jersey.

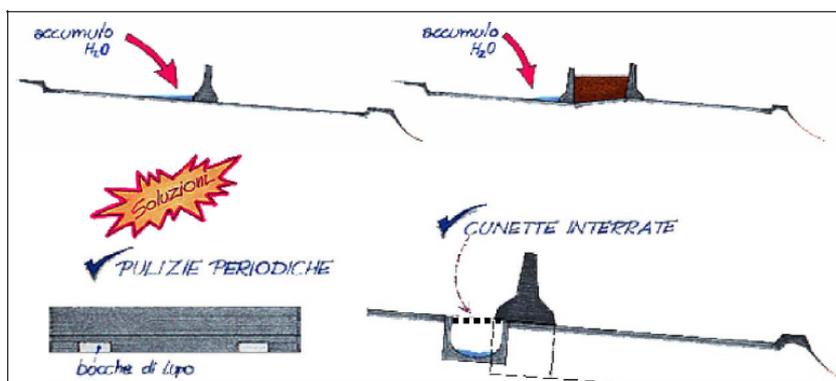


Figura 29: problematiche dello smaltimento acque in curva in caso di adozione di barriera centrale di tipo New Jersey, mono o bifilare

Tutte queste criticità legate all'eventuale adozione di un'unica barriera centrale monofilare si traducono inevitabilmente in un aggravio di costo complessivo, solo in parte contenuto dal minor costo di installazione della singola barriera monofilare rispetto alla doppia barriera bifilare.

Viceversa, l'aspetto positivo di maggior entità dell'adozione di un'unica barriera centrale spartitraffico risiede nell'ampia dimensione dello spazio che si viene a creare tra la segnaletica orizzontale e la barriera stessa, determinando più ampie condizioni di visibilità lungo il percorso, limitando il ricorso ad allargamenti per la visibilità in curva.

In conclusione, è stata scelta, in accordo con il Committente, la soluzione di barriere bifilari in corrispondenza dello spartitraffico e del margine esterno di classe H3 W6.

Scelta della tipologia di pavimentazione

In questa fase progettuale è stato ipotizzato in accordo con il Concessionario una pavimentazione di tipo flessibile, che per i tratti in rilevato e in trincea risulta composta dalla seguente successione di strati partendo dal basso verso l'alto:

- fondazione: in misto stabilizzato 25 cm;
- base bitumata 25 cm;
- binder 7 cm;
- usura drenante 5 cm.

Nei tratti in viadotto vengono mantenuti solo gli ultimi due strati, mentre nei tratti in galleria lo strato di usura drenante viene mantenuto per i primi 500 m dagli imbocchi per poi essere sostituito da un normale strato di usura di tipo "chiuso".

Collettamento delle acque di prima pioggia

Il sistema di smaltimento delle acque è stato articolato per le diverse tipologie di sezione. In generale, si compone di elementi superficiali, cunette e griglie, che raccolgono l'acqua proveniente dalla pavimentazione, la allontanano, la immettono nella tubazione principale, posta al di sotto della pavimentazione, che ha la funzione di collettare e convogliare le acque verso il sistema di trattamento.

Nei casi in cui la quota stradale è superiore al piano campagna, come rilevati o sezioni tra muri, si è adottato un sistema di raccolta nella tubazione principale della sola prima pioggia,

mentre la seconda pioggia sfiora, su embrici in scarpata, nei fossi di guardia a lato strada o nei corpi idrici ricettori.

Il tubo per la raccolta della prima pioggia, con diametro massimo 400 mm, è stato posizionato al di sotto della banchina. La sua ispezionabilità e manutenzione è garantita da pozzetti con chiusino carrabile posti ad interasse costante. Si è preferito localizzare il tubo al di sotto della banchina, piuttosto che dell'arginello, per facilitare l'accessibilità alla rete di smaltimento, e per lasciare spazio ai corridoi tecnologici.

Per gli elementi superficiali, si è prevista una piccola cunetta, posta al di sotto del guard-rail, che raccoglie l'acqua proveniente dalla pavimentazione, la convoglia e la scarica attraverso pozzetti grigliati ad interasse costante nella tubazione principale. Il pozzetto grigliato, viste le dimensioni più ampie rispetto alla cunetta, viene ricavato a tergo del guard-rail per non invadere la pavimentazione e non precludere la sicurezza della viabilità.

Per i tratti in trincea, ove la differenza di quota tra piano campagna esistente e il piano stradale non permette uno sfioro a gravità della seconda pioggia, si è prevista una rete di tubazioni che raccoglie tutta la precipitazione che ricade sulla carreggiata. Come elemento di superficie, è stata posta a bordo pavimentazione una cunetta "alla francese", di dimensioni più ampie rispetto alla sezione in rilevato, che raccoglie e convoglia in griglie l'acqua proveniente dalle carreggiate. Inoltre, nella stessa cunetta vengono raccolte le acque di scarpata.

I manufatti grigliati si collegano alla tubazione principale che colletta tutta l'acqua raccolta e la recapita agli impianti per il trattamento.

Nella definizione degli elementi che compongono la rete di smaltimento della precipitazione, si è prestata attenzione a dare continuità alle tubazioni principali nelle diverse sezioni tipo. Infatti, il passaggio tra una sezione in rilevato ed una in trincea può essere frequente, e, poiché la rete di smaltimento deve garantire una adeguata funzionalità in tutte le situazioni, si è studiata una posizione per la tubazione simmetrica in tutte le sezioni. La posizione della tubazione di raccolta principale è, infatti, allineata in tutte le sezioni per permettere un collegamento anche nel cambio.

Sezione tipologica in GALLERIA

L'orografia del territorio ed i vincoli geometrici tipici dell'andamento planoaltimetrico di un'autostrada extraurbana determinano un notevole sviluppo del tracciato in sotterraneo, con gallerie che assumono lunghezze da qualche centinaio di metri fino ad un massimo di 15 km. Trattandosi di un'autostrada che prevede due carreggiate separate, per i tratti in galleria si prevedono gallerie a doppio fornice, che mantengono la medesima piattaforma stradale dei tratti all'aperto, pertanto con una larghezza pavimentata pari a 11,20 m.

Da entrambi lati la piattaforma è delimitata da un profilo redirettivo tipo New Jersey dietro al quale è prevista l'ubicazione dei cavidotti degli impianti tecnologici e di sicurezza in galleria.

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 che nell'altro.

L'andamento planoaltimetrico studiato per i diversi tracciati è tale da non dover prevedere allargamenti per la viabilità né in sinistra né tantomeno in destra, in modo tale che la galleria costruttivamente mantenga sempre la stessa sezione. Fanno eccezione i tratti nei quali sono previste piste specializzate di accelerazione e decelerazione, che fanno allargare la sezione pavimentata di 3,25 m rispetto a quella corrente.

Nella sezione ordinaria con scavo di tipo tradizionale, con riferimento alle dimensioni interne del rivestimento definitivo, i raggi di curvatura di calotta, piedritti ed arco rovescio risultano pari rispettivamente a 6,90 m, 6,10 m e 13,50 m.

Per le gallerie lunghe è stato previsto anche lo scavo interamente meccanizzato tramite fresa a piena sezione, che per conseguire gli stessi spazi orizzontali e verticali previsti nella sezione precedentemente descritta portano ad un raggio interno pari a 6,75 m.

Per valutare gli aspetti costruttivi e geomeccanici si rimanda al capitolo relativo alle opere in sotterraneo.

Sezione tipologica in VIADOTTO

Come verrà indicato nel capitolo relativo ai ponti e viadotti, il prolungamento a nord dell'autostrada A31 prevede il ricorso a diversi tratti in ponte e viadotto, per superare difficoltà orografiche o infrastrutture di trasporto, prevedendo sostanzialmente due tipologie di manufatto che si differenziano per i materiali adottati e di riflesso per la tecnologia costruttiva relativa.

Fanno eccezione le opere particolari che dal punto di vista della sezione tipo mantengono però invariate le dimensioni che vengono sotto descritte.

Sulle opere vengono mantenute le dimensioni degli elementi compositivi la piattaforma stradale, la parte pavimentata rimane pari a 11,20 m, ai lati vengono aggiunti dei cordoli di dimensione pari a 1,80 m a destra e 0,90 m a sinistra. Su tali cordoli vengono installate le barriere di sicurezza metalliche, in continuità rispetto a quelle dei tratti in approccio ai viadotti, di tipologia H4 – W5 di tipo bordo ponte.

Sui cordoli è previsto che vengano installate anche le reti di protezione o in alternativa le barriere antirumore se previste, ed in corrispondenza delle piste di svincolo possono essere posizionati i pali di illuminazione nella posizione indicata in quanto questi sono del tipo che non costituiscono ostacolo fisso per la deformabilità delle barriere di sicurezza.

Per gli schemi tipologici si rimanda al capitolo su ponti e viadotti nel quale vengono dettagliatamente descritte le tipologie di opere proposte ed i relativi aspetti strutturali e costruttivi.

A.2.2.8 Caratteristiche geometriche dell'asse principale

Dal punto di vista delle grandezze analizzate è stato verificato che gli elementi plano-altimetrici fossero conformi ai valori minimi secondo le norme di progettazione vigenti e che nel complesso fossero soddisfatte le verifiche globali di tracciato. Di seguito vengono descritte le principali caratteristiche plano-altimetriche dei tracciati analizzati e vengono ripostati i risultati delle verifiche.

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 i tracciati individuati, essendo tutti classificati secondo la categoria A “autostrada in ambito extraurbano”, si è assunto il medesimo intervallo di velocità (90-140 km/h), quindi le verifiche riportate di seguito, al fine di fissare i minimi normati, sono valide per tutte le alternative.

Principali caratteristiche degli elementi planimetrici

Rettifili: 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 massimo risulta pari a 3.080 m ($V_{p,max}=140$ km/h), mentre il valore minimo deve essere pari a 360 metri. Fanno eccezione rettifili che si inseriscono all'interno di un flesso, per i quali si è 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 minimi e i massimi valori adottati per ogni tracciato.

	TRACCIATO T1	TRACCIATO T2	TRACCIATO T3	TRACCIATO T4	TRACCIATO T5	TRACCIATO T6
Lungh. max	2728	2513	2490	3079	3046	2888
Lungh. min	360.65	360.65	360.65	360.65	360.65	360.22

Tabella 11: lunghezze massime e minime dei rettifili nei 6 tracciati esaminati

Dalla tabella si evince che i valori dei rettifili rientrano nei 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: poiché i raggi sono per un’autostrada superiori al valore di 500 m, il rapporto tra raggi cade automaticamente nella zona buona verificando la prescrizione. Di seguito si riporta la tabella contenente i valori minimi e massimi adottati per ciascun tracciato.

	TRACCIATO T1	TRACCIATO T2	TRACCIATO T3	TRACCIATO T4	TRACCIATO T5	TRACCIATO T6
R max	10.500	4000	5000	10250	10250	6000
R min	1500 esist 1750					

Tabella 12: valori massimi e minimi dei raggi delle curve circolari nei 6 tracciati esaminati

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 tipo A risulta pari a 10.250 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% (contro il 7% negli altri casi), 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 superiore del progetto pari a 5,28% presente sulla curva esistente all’inizio intervento di raggio 1.500 m, mentre per il tratto di nuova realizzazione, ad eccezione delle parti terminali sugli svincoli di interconnessione, pari al massimo a 4,78%.

Elementi di transizione: Tra i rettifili e le curve circolari al fine di evitare l’insorgenza istantanea della forza centrifuga e per favorire una migliore iscrizione del veicolo in curva si sono inserite le curve a raggio variabile dette clotoidi. Il parametro A assegnato alle clotoidi di tracciato verifica i tre criteri: ottico, di limitazione del contraccolpo e di limitazione delle sovrappendenze longitudinali. Per tutti i tracciati esaminati, i tre criteri sono sempre soddisfatti.

Principali caratteristiche degli elementi altimetrici

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. Di seguito si riporta una tabella con l'indicazione delle pendenze massime e minime per ogni tracciato:

	TRACCIATO T1	TRACCIATO T2	TRACCIATO T3	TRACCIATO T4	TRACCIATO T5	TRACCIATO T6
Pend. max	2.93 %	2.93 %	3.33 %	2.40 %	3.50 %	3.11 %
Pend. min	0.25 %	0.25 %	0.25 %	0.25 %	0.25 %	0.25 %

Tabella 13: valori massimi e minimi delle pendenze longitudinali nei 6 tracciati esaminati

I raccordi altimetrici, concavi e convessi, sono stati dimensionati con riferimento alle distanze di visibilità. I valori massimi e minimi adottati sono i seguenti:

- R convesso min 16.000 m
- R convesso max 20.000 m
- R concavo min 15.000 m
- R concavo max 10.000 m

Oltre alle verifiche precedentemente illustrate, sono state condotte sul tracciato di progetto verifiche globali riguardanti:

- coordinamento piano-altimetrico,
- verifica di omogeneità,
- verifica di visibilità,

con il preciso obiettivo di progettare una strada in cui i livelli di rischio per la sicurezza della circolazione siano ridotti al minimo.

Criteri di verifica della viabilità di svincolo

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.).

Sono state adottate 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.

Per il dimensionamento delle ***corsie di immissione*** si è proceduto alla discretizzazione della stessa in tre tronchi distinti:

- Tronco di accelerazione;
- Tronco d’immissione o di attesa;
- Tronco di manovra.

Nel calcolo del primo tronco si è tenuto conto che un veicolo che lo percorre deve avere la possibilità di incrementare la sua velocità dal valore che esso possiede quando percorre la rampa, dipendente dai raggi planimetrici delle rampe stesse, al valore di percorrenza del secondo tronco di attesa.

Relativamente al tronco d’immissione, realizzato in parallelo alla strada principale, si è adottata una larghezza di 4,00 m, con 2,50 m di banchina, mentre la lunghezza deve essere determinata in modo tale da garantire ad un utente che lo percorre a velocità pressoché costante, di trovare, tra i veicoli della corrente principale, un intervallo tale da potersi inserire senza timore di essere tamponati. Ovviamente il presentarsi dell’intervallo sufficiente è, in ogni caso, un evento aleatorio, per cui la lunghezza di tale corsia andrebbe determinata avvalendosi della teoria dei fenomeni di attesa. In mancanza di questi dati la norma suggerisce l’adozione di un valore pari a 150 m.

Infine, la lunghezza del tronco di manovra, lungo il quale si effettua il restringimento della corsia di immissione, è stata posta pari a 75 m.

Per il dimensionamento delle ***corsie di uscita*** si considerano i due addendi così definiti:

- Tronco di decelerazione;
- Tronco di manovra.

Complessivamente il tronco di decelerazione è dimensionato facendo in modo che un veicolo che lo percorre abbia la possibilità di diminuire la sua velocità, passando dalla velocità di percorrenza della strada principale alla velocità di percorrenza della rampa dello svincolo, funzione quest'ultima del raggio planimetrico della rampa stessa. La lunghezza del tronco di manovra, lungo il quale si effettua il restringimento della corsia di immissione, è stata posta pari a 90 m (valore per $V_p > 120$ km/h). Nelle tabelle seguenti si riporta il legame tra raggio di curvatura, velocità e lunghezza della corsia specializzata considerata.

Accelerazione		
Velocità curva svincolo [km/h]	Raggio curva svincolo [m]	Lunghezza [m]
40	45	647,20
50	75	612,50
60	120	570,10
70	180	519,90
80	250	462,00

Decelerazione		
Velocità curva svincolo [km/h]	Raggio curva svincolo [m]	Lunghezza [m]
40	45	276,50
50	75	264,90
60	120	250,80
70	180	234,00
80	250	214,00

Tabella 14: lunghezze delle corsie specializzate di accelerazione e decelerazione

Ad esclusione degli svincoli di interconnessione con l'autostrada A22 che risultano condizionati anche dalla presenza del casello esistente ove presente, nella fase di scelta dei tracciati per gli svincoli intermedi si è adottata la tipologia a trombeta, prevedendo velocità di progetto sulle rampe di 40 km/h.

Per le interconnessioni autostradali si è considerata la tipologia di manovra, diretta, indiretta e semidiretta, considerando rispettivamente velocità di progetto di 50 per la prima e 40 km/h per la seconda e la terza.

A.2.2.9 Analisi comparativa dei tracciati secondo i criteri di Lamm

Il presente paragrafo prevede un confronto tra le alternative di tracciato dal punto di vista:

- della consistenza di opere d'arte, la quale condiziona fortemente sia i costi di costruzione e di manutenzione, sia la sicurezza di circolazione ed il confort di moto;
- della congruenza tra gli elementi geometrici del tracciato, valutata con i criteri di Lamm.

Rispetto al primo punto, il confronto, in particolare, è stato condotto sulla base dei seguenti fattori:

- lunghezza del tracciato;
- percentuale del tracciato su opera d'arte;
- lunghezza delle gallerie.

I risultati ottenuti evidenziano che tutte le alternative sono caratterizzate da un'elevata percentuale di tracciato su opera d'arte ed i tratti in galleria sono sempre prevalenti rispetto a quelli su viadotto. Inoltre, la maggior parte dei tunnel è caratterizzata da un'elevata lunghezza, molto superiore al limite fissato dal D.L. n. 264 del 05.10.2006 (tabella 1, figura 2). Quest'ultimo, infatti, prescrive che per tutte le gallerie stradali nazionali appartenenti alla rete TEN, di lunghezza superiore a 500 m, già in esercizio, in fase di costruzione o allo stato di progetto, il gestore presenti all'autorità amministrativa una documentazione di sicurezza mirata a descrivere le misure preventive ed i dispositivi di protezione necessari per garantire la sicurezza degli utenti e del personale addetto ai servizi di pronto intervento. Questa documentazione, in particolare, deve comprendere:

- una schedatura della galleria e delle relative zone di imbocco;
- un'analisi di vulnerabilità, mirata alla definizione delle anomalie del tunnel ed alla verifica del rispetto dei requisiti minimi di sicurezza previsti dalla Normativa;
- un'analisi di rischio, per le criticità che non ottemperano i requisiti minimi obbligatori.

Le alternative sono state comparate anche in relazione alla congruenza tra gli elementi geometrici del tracciato, la quale condiziona fortemente la sicurezza di circolazione ed il confort di moto.

Una buona progettazione, infatti, deve tener conto delle modalità d'utilizzo dell'infrastruttura e dei relativi comportamenti dei conducenti, al fine di minimizzare la differenza tra le loro aspettative e la strada stessa. Una strada sicura è una strada leggibile e prevedibile, che influenza il livello di attenzione del guidatore e conseguentemente la velocità con cui egli elabora ed analizza le informazioni necessarie per la guida del veicolo. In altre parole, un tracciato sicuro è un tracciato omogeneo e coerente, i cui elementi si coordinano in modo tale da permettere agli utenti di riconoscere l'infrastruttura su cui viaggiano e da invitarli ad adottare una condotta di guida coerente con l'ambito stradale.

La valutazione dell'omogeneità di un tracciato stradale si effettua:

- stimandone le **velocità operative** (V_{85}), definite come l'ottantacinquesimo percentile della distribuzione delle velocità rilevate su un elemento o su un tronco omogeneo di tracciato in condizioni di flusso libero (solo il 15% degli utenti supera la velocità misurata);
- applicando i **criteri di Lamm**.

In tutti i casi si nota che la maggior parte dei tracciati si trova in condizioni "**buone**" e "**sufficienti**" considerando sia le V_{85} , sia le FFS (Free Flow Speed, cioè la velocità attuata dai guidatori nelle condizioni di flusso libero). I tratti nei quali i criteri di Lamm non sono rispettati, in particolare, si concentrano in prossimità degli svincoli finali che caratterizzano tutte le ipotesi di tracciato, dove la velocità di progetto subisce una netta diminuzione.

In conclusione, i risultati ottenuti evidenziano che tutti i tracciati sono confrontabili sia per la percentuale di tracciato su opera d'arte sia in funzione delle verifiche con i criteri di Lamm, si fa però presente che i tracciati n. 3 e n. 5 rispetto agli altri risultano più penalizzati.

A.2.2.10 Opere d'arte maggiori: ponti e viadotti

La necessità di superare le difficoltà orografiche del territorio nel quale l'opera si viene a calare (fiumi, torrenti e valli alpine) o di scavalcare infrastrutture di trasporto (strade, autostrade e ferrovie), obbliga l'infrastruttura a prevedere delle opere d'arte ad una o più campate, secondo la definizione in termini di lunghezza riportata negli elaborati grafici.

Lo studio planoaltimetrico svolto per ciascun tracciato ha portato in prima analisi alla stesura di una lunghezza media dell'opera di scavalco, particolarizzandone successivamente la lunghezza su ciascuna carreggiata in funzione delle diverse quote che il terreno assume tra le due. Stabilita la necessità e la lunghezza di massima delle opere si è proceduto allo studio delle opere strutturali, definendo una serie di opere tipologiche e alcune opere particolari, quest'ultime in relazione alla luce dello scavalco richiesto, alla peculiarità del luogo e dell'attraversamento. Sono così stati definiti per tutti i tracciati due opere particolari:

- Viadotto Piovene: si tratta di un'opera che deve attraversare una stretta valle molto incisa, sede del torrente Astico, ubicata all'inizio di ciascun tracciato all'incirca alla progressiva media km 1+000 m;
- Viadotto Adige: tutti i tracciati, ad eccezione del T2, si collegano direttamente all'autostrada A22 dovendo prima però superare il fiume Adige (escluso il tracciato T5); è stata studiata una tipologia di opera che concettualmente può estendersi a ciascun tracciato con le opportune modifiche planoaltimetriche.

Per tutte le altre opere si è proceduto all'individuazione di una struttura tipologica modulare, che potesse adattarsi usualmente a luci dell'ordine di 30-50 m, potendo però anche arrivare a luci maggiori (80-90 m) con opportuna modulazione dell'altezza strutturale.

La definizione di questi modelli tipologici per i viadotti ha portato a considerare due ipotesi alternative che vengono nel seguito descritte:

- 1) Soluzione con impalcato in c.a.p. a cassone;
- 2) Soluzione con impalcato in struttura composta acciaio-calcestruzzo, con sezione bitrave in carpenteria metallica e soletta in c.a.

Queste soluzioni sono state messe a confronto evidenziandone caratteristiche peculiari, pregi e difetti e come di seguito riportato.

1) Soluzione con impalcato in c.a.p. a cassone

L'adozione di una soluzione in c.a.p. è già stata adombrata durante la fase di gara in virtù di un criterio di "sostenibilità" connesso all'utilizzo del materiale di scavo delle gallerie, costituito da materiale idoneo e di buone caratteristiche meccaniche (dolomie).

Anche astruendo da questa possibilità di reimpiego del materiale scavato, la proposta strutturale ad impalcato in c.a.p. mantiene comunque il suo interesse grazie ad un costo che, a meno di situazioni in cui sia imposto il ricorso a geometrie anomale (non prismatiche) o a soluzioni in avanzamento per conci, si rivela senza dubbio competitivo rispetto alla soluzione mista acciaio-calcestruzzo.

Tra i *vantaggi* che la proposta permette di ottenere va segnalata la geometria sezionale compatta, ad elevata rigidezza torsionale, che consente di limitare l'interasse tra gli appoggi (a favore di pile, che seppur massive, risultano singole) e di gestire con grande efficienza anche geometrie che prevedano impalcati in curva.

Per contro un potenziale *difetto* di questa soluzione è, invece, la necessità di adottare una tecnologia (getto conci su casseri ed esecuzione di post-tensioni in opera) oggi ad appannaggio di un numero limitato di Imprese Generali, poiché, specie negli ultimi anni, grazie al minor costo delle opere in carpenteria metallica ed alla loro minor difficoltà costruttiva, molti operatori hanno definitivamente abbandonato il "know-how" precedentemente accumulato, in favore del ben più semplice subappalto e completamento di carpenterie metalliche. Va tuttavia segnalato anche che i cassoni possono essere costruttivamente realizzati "dal basso" con casseri in avanzamento collocati su pile provvisorie o, se necessario, varati di punta (spinta), previa esecuzione in linea con casseri in retrospalla.

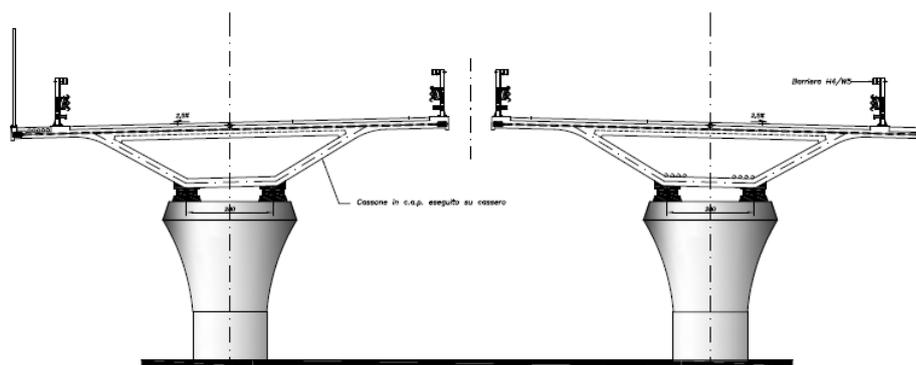


Figura 30: sezione trasversale dell'impalcato in c.a.p.

2) Soluzione con impalcato in struttura composta acciaio-calcestruzzo

Il ricorso ad una struttura mista acciaio-calcestruzzo ha suggerito di prevedere la ormai classica tipologia con sezione bitrave a via di corsa *superiore*. L'impalcato risulta caratterizzato dalla presenza di due sole travi portanti principali a doppio T, poste a distanza variabile in funzione della larghezza dell'impalcato, con traversi di collegamento ad anima piena e soletta collaborante in c.a. realizzata in opera su predalles.

Le travi principali sono interamente saldate, mentre i traversi sono uniti alle travi con giunto bullonato. La carpenteria metallica è interamente realizzata in acciaio tipo "Corten".

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

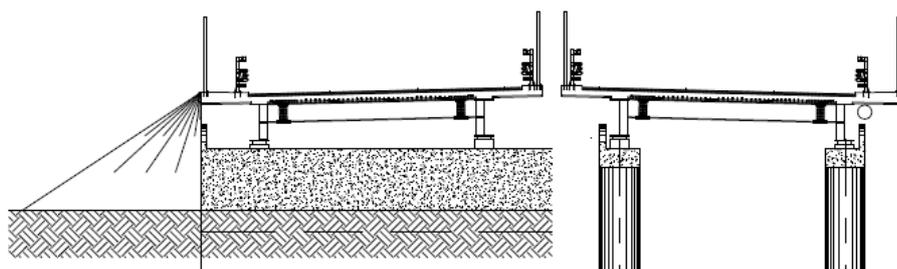


Figura 31: sezione trasversale dell'impalcato a struttura mista acciaio-calcestruzzo

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 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 dall'indubbio risparmio di materiale rispetto al caso di giunzione bullonata.

Tra i *vantaggi* dell'applicazione di questo schema strutturale va evidenziata la leggerezza delle travate autoportanti, le sezioni miste con geometria bi-trave consentono indubbiamente la più facile gestione degli aspetti di trasporto a piè d'opera e di conseguente

varo, sia dal basso che a spinta, permettendo una maggiore elasticità rispetto alla soluzione in c.a.p. in quelle situazioni che escono dal caso tipologico (sezione costante), sia per motivi di geometria di tracciato (clotoidi, curve, variazioni delle pendenze trasversali) che di variabilità della larghezza dell'opera (corsie di accelerazione o di decelerazione).

Il materiale adottato per la carpenteria metallica (acciaio Cor-ten) garantisce, inoltre, adeguata durabilità con ridotti standard manutentivi, mentre le minori masse rispetto ad una soluzione in c.a.p. permettono infine di conseguire una maggior efficienza sismica e di realizzare opere di fondazione più contenute.

In termini di *svantaggi* vi è invece da rilevare come l'assenza di uno schema resistente di tipo torsionale richieda un considerevole scartamento tra le travi, con il conseguente "spagliamento" delle pile che devono essere così sbinatate o allargate in sommità, generando soluzioni non sempre ottimali dal punto di vista paesaggistico. Per quanto sopra detto le pile, eseguite in calcestruzzo, sono proposte del tipo a colonne singole (una per appoggio), mentre solo in caso di viadotti alti si adotteranno, se del caso, pile a fusto unico con pulvino allargato in sommità.

-oOo-

Dal punto di vista manutentivo, a prescindere dal materiale utilizzato (rispettivamente calcestruzzo post-teso eseguito in opera o carpenteria metallica in acciaio autoprotetto con soletta in calcestruzzo) si può affermare che entrambe le soluzioni proposte forniscono buone prestazioni in termini di durabilità, essendo entrambe caratterizzate dalla medesima impostazione progettuale, che prevede:

- impalcati continui, ovvero privi di giunti intermedi e con unica linea di appoggi sulle pile;
- sezione trasversale con due soli appoggi per pila.

Tale impostazione è finalizzata a minimizzare l'impiego di giunti ed appoggi, ovvero di quegli elementi che costituiscono, notoriamente, la principale causa di intervento manutentivo sugli impalcati da ponte.

Analogamente per quanto riguarda la struttura portante, l'elevata qualità del calcestruzzo del cassone, nel primo caso, e l'utilizzo di acciaio autoprotetto, nel secondo caso, dovrebbero richiedere una ridotta manutenzione per entrambe le ipotesi proposte.

Per ambedue le soluzioni, inoltre, si prevede la realizzazione della soletta di impalcato in calcestruzzo, le cui caratteristiche saranno opportunamente definite non solo in termini di resistenza, ma anche in funzione delle gravose condizioni di esposizione ambientale cui saranno soggette nel corso della vita utile dell'opera. A tale proposito si evidenzia come le nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC 2008), tramite la definizione di vita utile dell'opera e classe di esposizione ambientale e le più stringenti prescrizioni sui calcestruzzi e sui copriferri, garantiscono di per sé la durabilità dell'opera (purché eseguita a regola d'arte) senza necessità di importanti interventi di manutenzione.

Viadotto Piovene

L'attraversamento della forra dell'Astico alla progressiva di ca. 1 km dall'inizio intervento, ha richiesto un diverso approccio progettuale rispetto a quanto precedentemente illustrato circa la tipologia dei viadotti. La particolarità dell'attraversamento, che si presenta molto ad una considerevole altezza dal fondo valle, ha suggerito un'impostazione che punti a privilegiare un'opera unica nel suo genere, addirittura caratterizzante l'autostrada stessa: la sua visibilità da molti punti di vista privilegiati richiede che, unitamente ad elevati standard di compatibilità paesaggistico-ambientale, vi sia un particolare sforzo volto a conferirle un'estetica particolarmente significativa.

Le alternative tipologiche di riferimento sono illustrate graficamente nel seguito ed escludono il ricorso a schemi a via di corsa inferiore, ritenuti troppo impattanti. In particolare, le soluzioni ipotizzate hanno considerato:

- viadotto filante in acciaio su un arco-portale in calcestruzzo
- ponte tipo Maillart in grande scala
- viadotto con pile
- viadotto "a cavalletto"

Considerazioni comparative tra tali ipotesi sembrano tuttavia suggerire un ricorso privilegiato ad una delle due soluzioni più "leggere".

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

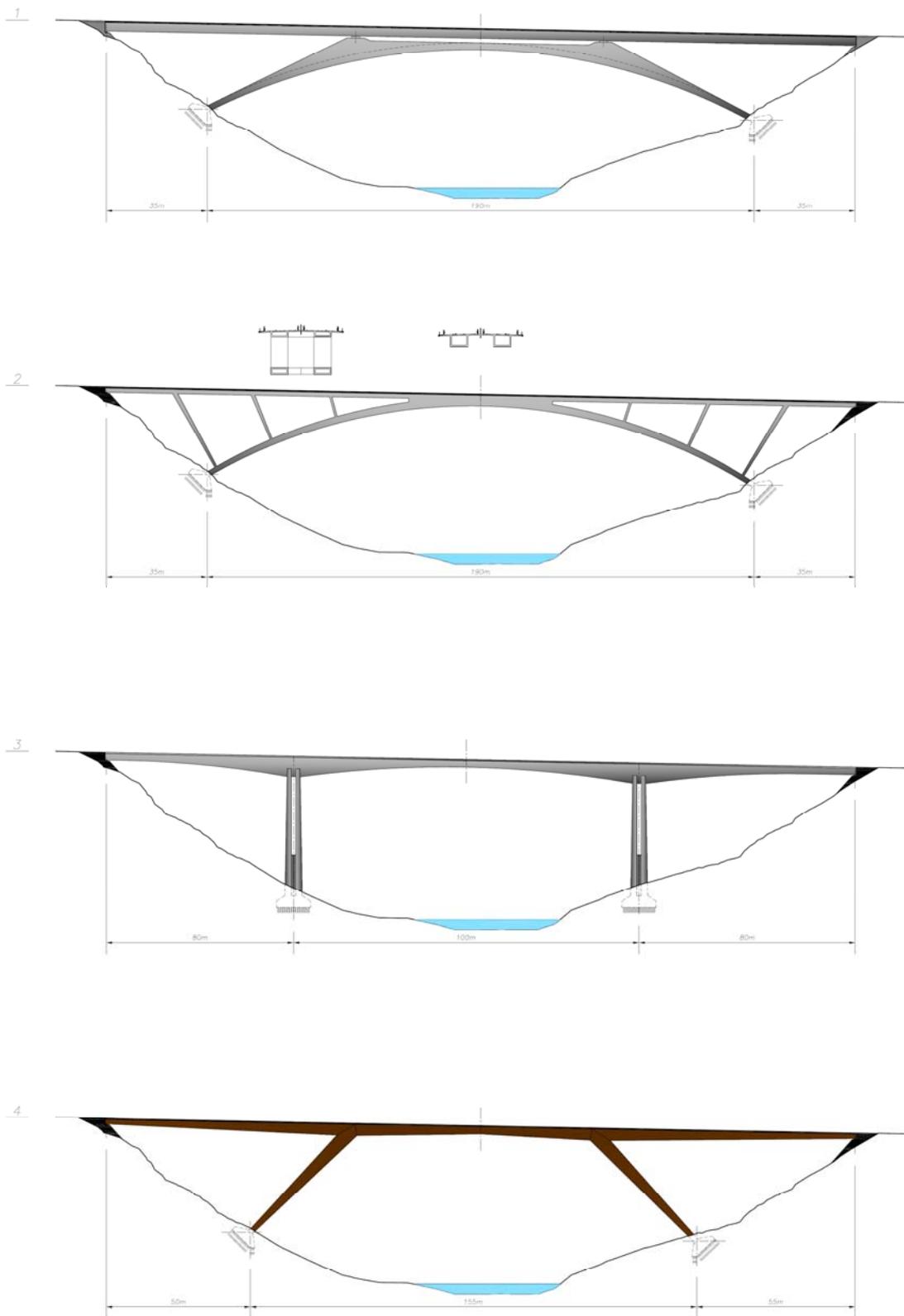


Figura 32: alternative tipologiche di riferimento per il Viadotto Piovene

La luce considerevole e l'attuale livello di progettazione hanno suggerito di focalizzare l'analisi di fattibilità e di costo sulla terza soluzione prospettata, con un ponte di sviluppo di oltre 300m.

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.

Valutazioni sull'altezza della sezione dell'impalcato hanno portato a definire valori minimi di circa 2,70 m in campata e massimi di 6,60 m in corrispondenza dei conci all'imposta delle pile.

La tipologia architettonica delle pile, di notevole altezza, prevede la soluzione a lama costituite da due elementi paralleli piuttosto snelli.

Viadotto Adige

Alcuni dei tracciati alternativi proposti in questa fase progettuale prevedono l'attraversamento del fiume Adige (T1, T3, T4, T6). L'importanza del fiume, la vicinanza o addirittura il parallelismo fiume-autostrada A22, gli aspetti paesaggistici legati all'inserimento di un'opera che sicuramente presenta uno sviluppo importante ma che al tempo stesso si vuole contenere nella sua "emersione" rispetto alle quote di valle, il superamento anche della linea ferroviaria e della S.S. 12 impongono una scelta architettonica dell'opera che salvaguardi i diversi aspetti e che tenga conto anche che la arginature fluviali sono interessate da percorsi ciclabili che si inseriscono in una rete di più ampia scala, oggetto di continue integrazioni, cui le Province della Regione Autonoma attribuiscono grande importanza.

Questo aspetto richiede di osservare adeguati franchi sugli argini stessi e pertanto tendono ad escludere il ricorso ad un attraversamento a travata, che risulterebbe peraltro di infelice gestione anche da un punto di vista estetico poiché dovrebbero impostarsi su pile collocate ed occultate nei retro argini.

In un contesto che, seppur antropizzato e già densamente infrastrutturato, risulta ancora connotato da una qualità paesaggistica non irrilevante, ed è per giunta posto sull'asse ottico di un significativo cannocchiale di fondovalle, è di fondamentale importanza definire una soluzione di minimo impatto globale che sia al più caratterizzata da alcuni punti (o spunti) singolari e connotativi, ma in ogni caso di forma e scala atti 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.

A titolo di esempio è stato considerato il viadotto Adige del tracciato T4, seppur le considerazioni siano analoghe ed estendibili anche alle altre situazioni di attraversamento: la scelta sul T4 è legata alla particolari difficoltà di quest'opera, in modo che nella successiva fase di progetto preliminare, qualunque sia il tracciato che verrà sviluppato, si abbia a disposizione una soluzione che ha già efficacemente risolto le criticità sopra enunciate in linea generale e qui particolarizzate.

La scelta di fondo potrebbe dunque essere anzitutto quella di binare le due carreggiate autostradali in un unico impalcato costituito da un macro-cassone o da due emi-cassoni accoppiati da traversi che garantiscono anche l'appoggio su pila. In particolare il superamento delle interferenze prima citate (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 legate al montaggio suggerisce il ricorso ad impalcati a sezione mista.

Lo scavalco dell'Adige e dei percorsi ciclo-pedonali in testa argini, richiede per contro di prevedere un'opera singolare (il ponte ad arco a via di corsa inferiore ha una luce di 140 m), che risulti fortemente connotativa dell'intersezione delle due autostrade, ma dall'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 monodirezionali poste ad interconnessione e sovrappasso dell'autostrada).

L'inopportunità di prevedere un unico arco in asse opera, causa la leggera curvatura planimetrica dell'opera, e l'incremento della già significativa larghezza complessiva della carreggiata, ha suggerito un'ipotesi connotata dalla presenza di due distinti archi metallici di bordo, di geometria tra loro differenziate, anche in ragione del loro rapporto con la curvatura planimetrica.

Lo schema a via di corsa inferiore, con spinta eliminata, consente di minimizzare lo spessore totale del medesimo (la cui altezza nell'ordine di tre m è ora sostanzialmente governata dalla statica trasversale). I viadotti di approccio alla campata centrale invece mantengono una geometria più formale, con travature in successione di luci ordinarie.

Peraltro per tale opera, stanti le caratteristiche dimensionali e i vincoli di montaggio, si rende opportuno il ricorso alla maggior leggerezza garantita da un impalcato a lastra ortotropa che rende possibile ipotizzare l'adozione di una metodologia di varo già recentemente e positivamente sperimentata nel contesto analogo della costruzione del nuovo ponte sull'Adige presso la stazione A22 di Trento Sud.

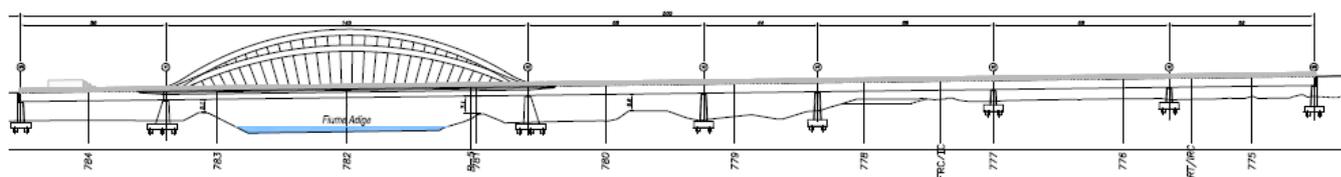


Figura 33: l'ipotesi progettuale del viadotto Adige

Elenco dei viadotti di ciascun tracciato

TRACCIATO 1 e 2				
Viadotto	Carregg. Dir. Nord		Carregg. Dir. Sud	
	Progressiva	Lunghezza	Progressiva	Lunghezza
Piovene	795,00	330,00	810,00	300,00
	1125,00		1110,00	
Boiadori	3805,00	425,00	3705,00	525,00
	4230,00		4230,00	
Velo	6346,96	745,00	6368,90	685,00
	7091,96		7053,90	
Assa	12390,00	96,00	12390,00	96,00
	12486,00		12486,00	
Settecà	14235,00	665,00	14190,00	670,00
	14900,00		14860,00	
Molino	18430,00	490,00	18487,00	430,00
	18920,00		18917,00	
Posta	19674,00	1296,00	19620,00	1336,00
	20970,00		20956,00	
Ciechi	20058,00	280,00	20058,00	280,00
	20338,00		20338,00	
Vecchio Molino	30174,00	177,00	30159,00	172,00
	30351,00		30331,00	
Mandola	34688,00	296,00	34688,00	296,00
	34984,00		34984,00	
Fersina	42122,00	947,00	42137,00	947,00
	43069,00		43084,00	
Valgranda *solo traccaito 1	45324,00	176,00	45324,00	176,00
	45500,00		45500,00	

TRACCIATO 3				
Viadotto	Carregg. Dir. Nord		Carregg. Dir. Sud	
	Progressiva	Lunghezza	Progressiva	Lunghezza
Piovene	795,00	330,00	810,00	300,00
	1125,00		1110,00	
Boiadori	3805,00	425,00	3705,00	525,00
	4230,00		4230,00	
Velo	6346,96	745,00	6368,90	685,00
	7091,96		7053,90	
Assa	12390,00	96,00	12390,00	96,00
	12486,00		12486,00	
Settecà	14235,00	665,00	14190,00	670,00
	14900,00		14860,00	
Molino	18430,00	490,00	18487,00	430,00
	18920,00		18917,00	
Posta	19674,00	1296,00	19620,00	1336,00
	20970,00		20956,00	
Ciechi	20058,00	280,00	20058,00	280,00
	20338,00		20338,00	
Val di Centa	31420,00	336,00	31420,00	336,00
	31756,00		31756,00	
Adige	43370,00	1070,00	43370,00	1070,00
	44440,00		44440,00	

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

TRACCIATO 4				
Viadotto	Carregg. Dir. Nord		Carregg. Dir. Sud	
	Progressiva	Lunghezza	Progressiva	Lunghezza
Piovene	795,00	330,00	810,00	300,00
	1125,00		1110,00	
Boiadori	3805,00	425,00	3705,00	525,00
	4230,00		4230,00	
Velo	6346,96	745,00	6368,90	685,00
	7091,96		7053,90	
Assa	12390,00	96,00	12390,00	96,00
	12486,00		12486,00	
Settecà	14235,00	665,00	14190,00	670,00
	14900,00		14860,00	
Molino	18430,00	490,00	18487,00	430,00
	18920,00		18917,00	
Posta	19674,00	1296,00	19620,00	1336,00
	20970,00		20956,00	
Ciechi	20058,00	280,00	20058,00	280,00
	20338,00		20338,00	
Adige	38652,00	525,00	38652,00	525,00
	39177,00		39177,00	

TRACCIATO 5				
Viadotto	Carregg. Dir. Nord		Carregg. Dir. Sud	
	Progressiva	Lunghezza	Progressiva	Lunghezza
Piovene	795,00	330,00	810,00	300,00
	1125,00		1110,00	
Boiadori	3805,00	425,00	3705,00	525,00
	4230,00		4230,00	
Velo	6346,96	745,00	6368,90	685,00
	7091,96		7053,90	
Arsiero	7990,00	460,00	7990,00	460,00
	8450,00		8450,00	
Castana	12350,00	200,00	12350,00	200,00
	12550,00		12550,00	
Posina	13075,00	300,00	13075,00	300,00
	13375,00		13375,00	
Val Fioba	15160,00	50,00	15160,00	50,00
	15210,00		15210,00	
Valle dell'Inferno	17800,00	40,00	17800,00	50,00
	17840,00		17850,00	
Geròli	25050,00	163,00	25060,00	60,00
	25213,00		25120,00	
Val della Zal	29575,00	90,00	29575,00	75,00
	29665,00		29650,00	
Leno	35070,00	80,00	35100,00	80,00
	35150,00		35180,00	
Marco	40090,00	910,00	40090,00	910,00
	41000,00		41000,00	

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

TRACCIATO 6				
Viadotto	Carregg. Dir. Nord		Carregg. Dir. Sud	
	Progressiva	Lunghezza	Progressiva	Lunghezza
Piovene	795,00	330,00	810,00	300,00
	1125,00		1110,00	
Boiadori	3805,00	425,00	3705,00	525,00
	4230,00		4230,00	
Velo	6346,96	745,00	6368,90	685,00
	7091,96		7053,90	
Asa	12390,00	96,00	12390,00	96,00
	12486,00		12486,00	
Setteca	14235,00	665,00	14190,00	670,00
	14900,00		14860,00	
Molino	18430,00	490,00	18487,00	430,00
	18920,00		18917,00	
Posta	19674,00	1296,00	19620,00	1336,00
	20970,00		20956,00	
Ciechi	20058,00	280,00	20058,00	280,00
	20338,00		20338,00	
Val di Centa	31455,00	260,00	31455,00	260,00
	31715,00		31715,00	
Adige 1	42300,00	450,00	42300,00	450,00
	42750,00		42750,00	
Ponte Gotarda1	42890,00	50,00	42890,00	50,00
	42940,00		42940,00	
Ponte Gotarda2	43060,00	50,00	43040,00	50,00
	43110,00		43090,00	
Adige 2	53650,00	350,00	53650,00	350,00
	54000,00		54000,00	

Figura 34: tabelle riepilogative dei viadotti per ciascun tracciato

A.2.2.11 Opere d'arte maggiori: gallerie

Premessa

La caratteristica comune a tutti i tracciati studiati per il completamento a nord della A31 è la notevole incidenza dei tratti in galleria, legata alla difficoltà orografica del territorio:

Tracciato	Lunghezza totale [km]	Lunghezza complessiva dei tratti in sotterraneo [km]
T1	57,30	45,62
T2	43,10	31,84
T3	44,38	33,32
T4	39,19	28,91
T5	41,43	31,07
T6	44,38	41,64

Tabella 15: gli sviluppi in galleria di ciascun tracciato

I sei percorsi interessano un'area caratterizzata da una notevole variabilità dal punto di vista geologico e geomeccanico (come sinteticamente indicato nel capitolo relativo alla geologia), con coperture che raggiungono anche i 1.500 metri. Per ciascun tracciato, per le gallerie più lunghe, è stata esaminata anche l'opzione dello scavo interamente meccanizzato.

L'elemento determinante nello studio delle opere in sotterraneo è legato alla conoscenza della **caratterizzazione geomeccanica** dei litotipi interessati dalle gallerie naturali: a tal fine è stata realizzata una campagna in loco sulla base di dati di superficie, integrati con informazioni bibliografiche. Vista la notevole variabilità di copertura, è stato necessario estrapolare tali parametri in profondità. A tale scopo, si è proceduto a definire tre diverse classi di copertura, che presuppongono un progressivo miglioramento delle condizioni dell'ammasso roccioso ed un minore grado di fratturazione all'aumentare delle coperture presenti. In funzione di queste tre classi si sono definite le caratteristiche di deformabilità e resistenza dei diversi litotipi, successivamente riportate sui profili geomeccanici.

L'analisi ha messo in evidenza la presenza di due diverse tipologie di ammassi rocciosi:

- tipologia *a*, caratterizzata da rocce di qualità medio-alta, senza evidenti problematiche di stabilità;
- tipologia *b*, rappresentata da rocce di qualità medio-scadente, che richiedono trattamenti di consolidamento per migliorare le condizioni di stabilità del cavo.

Per tutte le discontinuità tettoniche si è applicato un declassamento degli indici di qualità dell'ammasso roccioso, adottando di conseguenza sezioni più pesanti.

Dal punto di vista **idrogeologico**, l'area di studio è caratterizzata da una notevole infiltrazione dell'acqua all'interno degli ammassi rocciosi, favorita dagli altopiani che ne caratterizzano la morfologia. In questo panorama, le faglie rappresentano le vie preferenziali per la raccolta e dissipazione dell'acqua. Pertanto è necessario procedere alla loro impermeabilizzazione in avanzamento dal fronte, per evitare che vengano drenate nel corso dello scavo con effetti ambientali rilevanti sul regime delle sorgenti.

Per quanto riguarda lo scavo tradizionale, sono state adottate le seguenti tipologie di sezione:

- Sezione tipo A1: caratterizzata da un consolidamento radiale al contorno di scavo e da un prerivestimento costituito da solo spritz beton.
- Sezione tipo B0: non presenta alcun preconsolidamento ed il prerivestimento è caratterizzato da spritz beton e centine metalliche.
- Sezione tipo B1: analoga alla precedente con l'inserimento di un preconsolidamento radiale al contorno di scavo.
- Sezione tipo B0V: è caratterizzata da un consolidamento al contorno di scavo con infilaggi metallici valvolati; il prerivestimento è costituito da spritz beton e centine metalliche.
- Sezione tipo B2V: analoga alla precedente, con l'aggiunta di un consolidamento del fronte di scavo realizzato con elementi strutturali in VTR.
- Sezione tipo C1: è caratterizzata da un consolidamento al contorno di scavo ottenuto con una coronella in jet grouting parzialmente armata con tubi metallici; anche il fronte è consolidato con colonne in jet grouting, armate con elementi strutturali in VTR. Il prerivestimento è sempre costituito da spritz beton e centine metalliche
- Sezione tipo C2: presenta un consolidamento sia al contorno di scavo che al fronte con elementi strutturali in VTR; il prerivestimento è costituito da spritz beton e centine metalliche.

Lo scavo meccanizzato, previsto nelle gallerie di maggiore estensione planimetrica, impiegherà una o più macchine TBM, che dovranno essere adeguatamente progettate in relazione alle condizioni geostrutturali degli ammassi rocciosi intercettati. Il diametro di perforazione previsto è di circa 16 metri, quindi prossimo al limite superiore delle dimensioni ad oggi disponibili. Se a questo si aggiunge l'attraversamento di tratte a copertura molto elevata, dell'ordine di 1.000-1.500 metri, la definizione delle modalità di avanzamento con scavo meccanizzato dovrà essere valutata con molta attenzione nella fase di progetto preliminare.

Metodi di avanzamento con scavo tradizionale

Nella seguente tabella si sintetizzano le percentuali di applicazione delle diverse sezioni tipo di avanzamento, per i sei tracciati esaminati:

Tracciato	Lunghezza complessiva gallerie naturali [km]	Incidenza percentuale sezioni tipo di avanzamento [%]						
		A1	B0	B1	B0V	B2V	C1	C2
T1	44,63	61	16	16.5	0.5	-	6	-
T2	31,55	62	16	13.5	0.5	-	8	-
T3	33,15	54	12	23	-	-	7	4
T4	28,70	58	15	10	5	3	9	-
T5	32,08	66	17	1	-	-	9	7
T6	41,25	53	22.5	11	3	-	6	4.5

Tabella 16: Incidenza delle sezioni tipo di avanzamento

Come è possibile osservare nella presente tabella, tutti i tracciati presentano una distribuzione simile delle diverse sezioni di avanzamento, con una prevalenza della sezione A1, utilizzata nei materiali competenti appartenenti alla tipologia *a*.

Metodi di avanzamento con scavo meccanizzato

Lo scavo con macchina TBM è previsto, in alternativa allo scavo tradizionale, nelle sole gallerie di maggiore estensione, mentre per le altre si procederà in modalità tradizionale.

Nelle tratte in cui è previsto lo scavo meccanizzato le analisi di stabilità hanno evidenziato un fronte generalmente stabile, mentre il cavo richiede consolidamenti in corrispondenza dei tratti *b* quando questi si incontrano in zone sfavorevoli dal punto di vista della copertura.

Lo scavo meccanizzato dovrà quindi fronteggiare da un lato le instabilità al contorno, per gli ammassi rocciosi di tipo *b*, e il detensionamento del cavo (spalling), maggiormente rilevante nei tratti di ammasso roccioso di qualità elevata (tipo *a*). La macchina dovrà quindi essere progettata in relazione a questi due fenomeni. I consolidamenti potranno essere realizzati con iniezione dal fronte di scavo, allo scopo di migliorare la qualità dell'ammasso roccioso.

Il tempo addizionale necessario per l'esecuzione degli interventi di impermeabilizzazione nelle zone di faglia è stimato pari a 6 mesi per ciascun tracciato, vedi paragrafo seguente, per gli interventi di consolidamento è richiesto un anno addizionale. Il confronto tra i sei tracciati autostradali è proposto in termini di tempi di scavo, valutato con i 350 gg di lavoro/anno e 16 ore di lavoro/giorno.

L'efficacia dello scavo meccanizzato è stata analizzata con il metodo Q_{TBM} proposto da Barton, che permette di valutare per ciascuna galleria il tempo di scavo.

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

Tracciato	Lunghezza scavo meccanizzato [km]	Incidenza ammasso tipo <i>a</i> [%]	Incidenza ammasso tipo <i>b</i> [%]	Necessità degli interventi
T1	28.80	96	4	No, zona di tipo <i>b</i> posta a imbocco galleria, a profondità ridotte
T2	17.85	100	-	No, gallerie totalmente in ammasso di tipo <i>a</i>
T3	17.05	80	20	Consolidamenti nelle porzioni centrali delle gallerie scavate con TBM
T4	15.00	75	25	Consolidamenti nella porzione centrale dell'unica galleria prevista con TBM
T5	19.78	89	11	Localizzati in corrispondenza della galleria La Colombara, il cui tratto centrale è in materiali di tipo <i>b</i>
T6	27.55	84	16	No, le zone di tipo <i>b</i> non sono critiche rispetto alle coperture

Tabella 17: Tratti di avanzamento con scavo meccanizzato, e indicazione degli interventi previsti

Tracciato	Galleria	Lunghezza galleria [km]	Tempo parziale [anni]	Note	Lunghezza totale [km]	Tempo totale [anni]
T1	Lavarone	6.80	2.1	Totalmente in dolomia	28.80	12.3
	Monte Rovere	4.15	2.2	Totalmente in materiali ricchi di quarzo		
	S.Vito	6.90	3.6			
	S.Agnese	10.95	4.4	Circa 5 km in quarzo		
T2	Lavarone	6.80	2.1	Totalmente in dolomia	17.85	7.9
	Monte Rovere	4.15	2.2	Totalmente in materiali ricchi di quarzo		
	S.Vito	6.90	3.6			
T3	Lavarone	8.00	1.8	2 km in roccia <i>b</i>	17.05	5.9
	Marzola	9.05	4.1	Oltre 7 km in materiali ricchi di quarzo		
T4	Lavarone	15.00	3.1	3.5 km in roccia di tipo <i>b</i> , resto in dolomia	15.00	3.1
T5	Laghi	2.40	0.3	Totalmente in roccia di tipo <i>a</i>	19.78	3.5
	La Colombara	7.20	1.3	2 km in tipologia <i>b</i>		
	Boccaldo	5.38	0.9			
	Monte Marco	4.80	1	Totalmente in dolomia		
T6	Lavarone	8.05	1.8	Prevalentemente dolomia, 1 km in tipo <i>b</i>	27.55	9.6
	Sasso dell'Aquila	10.35	5.4	8 km in materiali ricchi di quarzo		
	Bondone	9.15	2.4	Prevalentemente dolomia, 1.5 km in roccia di tipo <i>b</i>		

Tabella 18: Confronto tra i tempi di scavo dei tracciati esaminati, al netto dei tempi necessari per i consolidamenti e l'impermeabilizzazione

Si ripropongono ora i risultati, considerando i tempi addizionali per impermeabilizzazione delle discontinuità tettoniche e dei consolidamenti dei tratti di roccia di tipo *b*:

Tracciato	Lunghezza totale gallerie naturali [km]	Tempo di perforazione [anni]	Tempi di impermeabilizzazione [anni]	Tempi di consolidamento [anni]	Tempo di scavo totale [anni]
T1	44.63	12.3	0.5	-	12.8
T2	31.55	7.9	0.5	-	8.4
T3	33.15	5.9	0.5	1	7.4
T4	28.70	3.1	0.5	1	4.6
T5	32.08	3.5	0.5	1	5
T6	41.25	9.6	0.5	-	10.1

Tabella 19: Tempi di scavo complessivi per i sei tracciati esaminati

Confronto tra i due metodi di scavo

Si analizza lo scavo di una sola canna. L'avanzamento meccanizzato può essere espresso come una semplice retta uscente dall'origine, di equazione $L = m_1 \cdot t$.

Per lo scavo tradizionale, condotto su due fronti di attacco, la lunghezza L si dimezza, e la relazione diventa $L/2 = m_1 \cdot t$, per quello meccanizzato $L = m_2 \cdot t$. Dalla precedente figura si ottiene mediamente $m_2 = 2800m / anno = 8m / gg$, 350 gg lavorativi/anno.

Confrontando le due tipologie di scavo, a parità di lunghezza L e di tempo t , si ottiene che $m_2 = 2 \cdot m_1$, e di conseguenza $m_1 = 4m / gg$.

Questo significa che, a parità di condizioni al contorno, con una attenta programmazione i due metodi sono confrontabili fra loro. Se da un lato un affinamento del quadro geomeccanico, ed una conseguente scelta adeguata della macchina di scavo, possono permettere di innalzare la velocità di avanzamento dello scavo meccanizzato a $10 \div 12m / gg$, nel caso di scavo tradizionale le sezioni tipo possono essere riproposte con metodologia tale da garantire i $4m / gg$.

Sintesi

I sei tracciati autostradali esaminati presentano coperture molto elevate, con picchi di 1.000-1.500 metri, ed un assetto idrogeologico che richiede l'impermeabilizzazione delle faglie intercettate. I tracciati da un punto di vista geomeccanico interessano ammassi rocciosi distinguibili in tipologia *a*, rocce di buona qualità, stabili, e tipologia *b*, rocce medio-scadenti, che, se intercettate in presenza di alte coperture, necessitano di interventi di consolidamenti al contorno eseguiti in avanzamento per garantirne la stabilità. Il fronte è generalmente stabile per tutte le sezioni analizzate.

Per le gallerie più lunghe si è anche esaminata la possibilità che lo scavo venga realizzato con modalità meccanizzata. In quest'ipotesi, i tempi di esecuzione, comprensivi di impermeabilizzazione e consolidamento, sono del tutto simili per i sei tracciati considerati.

Il confronto con lo scavo tradizionale ha evidenziato una leggera preferenza per lo scavo meccanizzato, situazione che potrebbe però ribaltarsi nel caso di tracciati che prevedano più di una galleria e molteplici fronti di attacco. Ne consegue che bisognerebbe tener conto del fatto che i tempi totali di esecuzione dipendono dal numero di gallerie, di quante macchine TBM possono essere disponibili e su quanti fronti si può operare contemporaneamente con scavo tradizionale.

Elenco delle gallerie di ciascun tracciato

TRACCIATO 1				
Galleria	Progressive inizio/fine		Lunghezza galleria	
	Canna Nord/Est	Canna Sud/Ovest	L Canna Nord/Est	L Canna Sud/Ovest
S.Agata	1750,000	1750,000	2035,000	2005,000
	3785,000	3755,000		
Boiadori	4230,000	4230,000	430,000	430,000
	4660,000	4660,000		
Velo (Artificiale)	7150,900	7150,900	150,000	150,000
	7300,900	7300,900		
Cogollo	7475,000	7525,000	1375,000	1195,000
	8850,000	8720,000		
Costa del Prà	9150,000	9190,000	910,000	750,000
	10060,000	9940,000		
Forte Corbin	10170,000	10220,000	2220,000	2170,000
	12390,000	12390,000		
Pedescala	12486,000	12486,000	1734,000	1704,000
	14220,000	14190,000		
San Pietro	14900,000	14860,000	3350,000	3440,000
	18250,000	18300,000		
Pedemonte	21175,000	21195,000	1880,000	1860,000
	23055,000	23055,000		
Lavarone	23320,000	23340,000	6870,000	6825,000
	30190,000	30165,000		
Monte Rovere	30355,000	30355,000	4255,000	4235,000
	34610,000	34590,000		
S.Vito	35075,000	35075,000	6775,000	6935,000
	41850,000	42010,000		
Madrano	43100,000	43130,000	2190,000	2160,000
	45290,000	45290,000		
Sant'Agnese	45500,000	45500,000	11600,000	11600,000
	57100,000	57100,000		

TRACCIATO 2				
Galleria	Progressive inizio/fine		Lunghezza galleria	
	Canna Nord/Est	Canna Sud/Ovest	L Canna Nord/Est	L Canna Sud/Ovest
S.Agata	1750,000	1750,000	2035,000	2005,000
	3785,000	3755,000		
Boiadori	4230,000	4230,000	430,000	430,000
	4660,000	4660,000		
Velo (Artificiale)	7150,900	7150,900	150,000	150,000
	7300,900	7300,900		
Cogollo	7475,000	7525,000	1375,000	1195,000
	8850,000	8720,000		
Costa del Prà	9150,000	9190,000	910,000	750,000
	10060,000	9940,000		
Forte Corbin	10170,000	10220,000		

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

	12390,000	12390,000	2220,000	2170,000
Pedescala	12486,000	12486,000		
	14220,000	14190,000	1734,000	1704,000
San Pietro	14900,000	14860,000		
	18250,000	18300,000	3350,000	3440,000
Pedemonte	21175,000	21195,000		
	23055,000	23055,000	1880,000	1860,000
Lavarone	23320,000	23340,000		
	30190,000	30165,000	6870,000	6825,000
Monte Rovere	30355,000	30355,000		
	34610,000	34590,000	4255,000	4235,000
S.Vito	35075,000	35075,000		
	41850,000	42010,000	6775,000	6935,000

TRACCIATO 3

Galleria	Progressive inizio/fine		Lunghezza galleria	
	Canna Nord/Est	Canna Sud/Ovest	L Canna Nord/Est	L Canna Sud/Ovest
S.Agata	1750,000	1750,000		
	3785,000	3755,000	2035,000	2005,000
Boiadori	4230,000	4230,000		
	4660,000	4660,000	430,000	430,000
Velo (Artificiale)	7150,900	7150,900		
	7300,900	7300,900	150,000	150,000
Cogollo	7475,000	7525,000		
	8850,000	8720,000	1375,000	1195,000
Costa del Prà	9150,000	9190,000		
	10060,000	9940,000	910,000	750,000
Forte Corbin	10170,000	10220,000		
	12390,000	12390,000	2220,000	2170,000
Pedescala	12486,000	12486,000		
	14220,000	14190,000	1734,000	1704,000
San Pietro	14900,000	14860,000		
	18250,000	18300,000	3350,000	3440,000
Pedemonte	21175,000	21195,000		
	23055,000	23055,000	1880,000	1860,000
Lavarone	23320,000	23340,000		
	31355,000	31365,000	8035,000	8025,000
Caldonazzo	31840,000	31800,000		
	34175,000	34190,000	2335,000	2390,000
Marzola	34300,000	34305,000		
	43340,000	43340,000	9040,000	9035,000

TRACCIATO 4

Galleria	Progressive inizio/fine		Lunghezza galleria	
	Canna Nord/Est	Canna Sud/Ovest	L Canna Nord/Est	L Canna Sud/Ovest
S.Agata	1750,000	1750,000		
	3785,000	3755,000	2035,000	2005,000
Boiadori	4230,000	4230,000		
	4660,000	4660,000	430,000	430,000

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

Velo (Artificiale)	7150,900	7150,900	150,000	150,000
	7300,900	7300,900		
Cogollo	7475,000	7525,000	1375,000	1195,000
	8850,000	8720,000		
Costa del Prà	9150,000	9190,000	910,000	750,000
	10060,000	9940,000		
Forte Corbin	10170,000	10220,000	2220,000	2170,000
	12390,000	12390,000		
Pedescala	12486,000	12486,000	1734,000	1704,000
	14220,000	14190,000		
San Pietro	14900,000	14860,000	3350,000	3440,000
	18250,000	18300,000		
Pedemonte	21175,000	21195,000	1880,000	1860,000
	23055,000	23055,000		
di Valico	23320,000	23340,000	15045,000	14980,000
	38365,000	38320,000		

TRACCIATO 5

Galleria	Progressive inizio/fine		Lunghezza galleria	
	Canna Nord/Est	Canna Sud/Ovest	L Canna Nord/Est	L Canna Sud/Ovest
S.Agata	1750,000	1750,000	2035,000	2005,000
	3785,000	3755,000		
Boiadori	4230,000	4230,000	430,000	430,000
	4660,000	4660,000		
Caviojo	8661,000	8637,000	3679,000	3663,000
	12340,000	12300,000		
Castana	12615,000	12585,000	435,000	485,000
	13050,000	13070,000		
Gamonda	13410,000	13430,000	1750,000	1730,000
	15160,000	15160,000		
Laghi	15350,000	15350,000	2395,000	2410,000
	17745,000	17760,000		
La Colombara	17840,000	17850,000	7200,000	7200,000
	25040,000	25050,000		
Geroli	25300,000	25150,000	1375,000	1320,000
	26675,000	26470,000		
Ronco	26720,000	26690,000	1455,000	1530,000
	28175,000	28220,000		
Il corno	28466,000	28275,000	1094,000	1285,000
	29560,000	29560,000		
Boccaldo	29925,000	29685,000	5155,000	5415,000
	35080,000	35100,000		
Marco	35150,000	35180,000	4855,000	4810,000
	40005,000	39990,000		

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

TRACCIATO 6				
Galleria	Progressive inizio/fine		Lunghezza galleria	
	Canna Nord/Est	Canna Sud/Ovest	L Canna Nord/Est	L Canna Sud/Ovest
S.Agata	1750,000	1750,000	2035,000	2005,000
	3785,000	3755,000		
Boiadori	4230,000	4230,000	430,000	430,000
	4660,000	4660,000		
Velo (Artificiale)	7150,900	7150,900	150,000	150,000
	7300,900	7300,900		
Cogollo	7475,000	7525,000	1375,000	1195,000
	8850,000	8720,000		
Costa del Prà	9150,000	9190,000	910,000	750,000
	10060,000	9940,000		
Forte Corbin	10170,000	10220,000	2220,000	2170,000
	12390,000	12390,000		
Pedescala	12486,000	12486,000	1734,000	1704,000
	14220,000	14190,000		
San Pietro	14900,000	14860,000	3350,000	3440,000
	18250,000	18300,000		
Pedemonte	21175,000	21195,000	1880,000	1860,000
	23055,000	23055,000		
Lavarone	23320,000	23340,000	8065,000	8075,000
	31385,000	31415,000		
Sasso dell'Aquila	31750,000	31750,000	10350,000	10350,000
	42100,000	42100,000		
Bondone	44200,000	44200,000	9150,000	9150,000
	53350,000	53350,000		

Figura 35: tabelle riepilogative delle gallerie per ciascun tracciato

A.2.2.12 Opere d'arte minori

Cavalcavia

Anche per la scelta della tipologia dei cavalcavia sono state confrontate più soluzioni, che si differenziano per materiali e per schema statico (a parità di composizione architettonica, ovvero di numero e luce delle campate), come sommariamente descritte nel seguito:

- 1) soluzione in c.a.p. a schema integrale;
- 2) soluzioni in struttura composta acciaio-calcestruzzo (a via superiore o inferiore).

Tutte le soluzioni proposte si riferiscono alla stessa composizione architettonica di impalcato continuo a tre luci, con campata centrale da 35 m e campate di riva da 17,5 m, per una lunghezza totale di 70 m. Le spalle sono, preferibilmente, del tipo passante.

1) Soluzione con impalcato in c.a.p. a schema integrale

Il concetto di **“Ponte Integrale”** riferito ad opere d'arte di luce sufficientemente contenuta si è andato progressivamente affermando negli ultimi decenni quale soluzione ottimale in termini di costo di costruzione, di funzionalità, di durata e di oneri ispettivi/manutentivi.

Tale soluzione tipologica - che prevede perfetto monolitismo tra impalcato e sottostrutture (pile e spalle) - affonda le proprie radici storiche nella prassi costruttiva seguita in tutti i manufatti di piccola luce realizzati sin dagli anni '40, che era stata praticamente abbandonata in epoca più recente grazie ai notevoli progressi tecnologici conseguiti nella costruzione di apparecchi d'appoggio e giunti e al ricorso sempre più frequente a soluzioni con strutture totalmente o parzialmente preformate (travi in c.a.p. e in acciaio).

Tuttavia oggi appare di inequivocabile evidenza come gli elementi più vulnerabili di un'opera siano proprio il dispositivo di appoggio e i giunti, la cui durata è spesso inferiore alla già ridotta vita nominale prevista (circa 10 anni) a causa di numerosi inconvenienti (erronea determinazione dell'escursione, installazione scorretta, difetti di planarità, esposizione alle acque, vulnerabilità delle parti emergenti, ecc.) che producono discontinuità del piano viabile, con riduzione del comfort di guida ed accentuazione dell'amplificazione dinamica dei carichi insistenti su giunti, apparecchi e solette.

Il **“Ponte Integrale”** consente quindi, in linea teorica, di ovviare alle suddette problematiche

eliminando gli elementi più vulnerabili. La corretta progettazione di queste strutture richiede un attento studio della risposta del sistema opera-terreno nei confronti degli eventi di natura termica che interessano i manufatti con cicli sia stagionali (lenti) che giornalieri (veloci). Le sollecitazioni cicliche prodotte nei volumi di terreno di retro-spalla possono infatti indurre progressivi ed irreversibili addensamenti con conseguenti modifiche delle livellette d'approccio. In parallelo alle crescenti applicazioni si è quindi sviluppata anche un'intensa attività di ricerca che ha trovato sbocco in numerose pubblicazioni, manuali e standard normativi, quali lo standard inglese BA 42/96. Sempre in Gran Bretagna, le BD 57/01, "Design for Durability", suggeriscono ai progettisti di prendere senz'altro in considerazione la tipologia integrale ogniqualvolta la lunghezza dell'opera non ecceda i 60-70 m e (l'eventuale) obliquità sia inferiore a 30°.

Oggi, alla luce delle maggiori tecnologie di calcolo e agli approfondimenti tecnologici e costruttivi è pertanto possibile progettare senza particolari difficoltà ed in modo economicamente conveniente opere in calcestruzzo di lunghezze prossime a 100m. Ovviamente vi sono una serie di accorgimenti e di particolari costruttivi di cui tener conto, tra cui:

- garantire una ridotta rigidità flessionale delle palificate di spalla;
- prevedere tergo-spalla idonei strati di materiale soffice ed elastico nonché un addensamento ottimale e controllato dei retrostanti volumi di rinterro;
- adottare una specifica geometria per le solette di transizione.

La soluzione proposta, in particolare, prevede un impalcato a tre luci, in c.a.p. gettato in opera, con pile a setto e spalle passanti, come illustrato nelle figure seguenti.

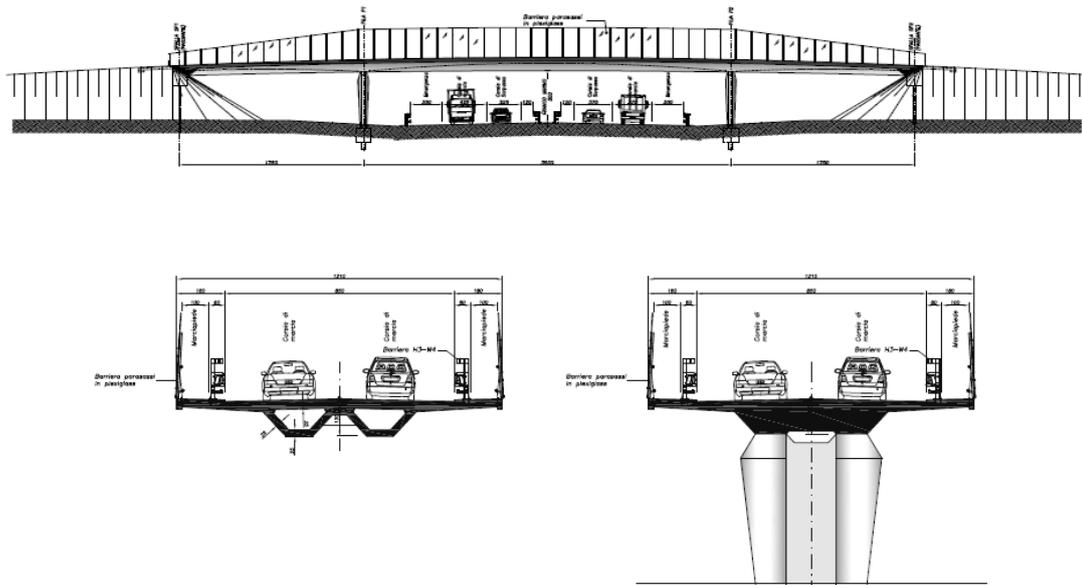


Figura 36: elementi tipici del cavalcavia a struttura integrale

2) Soluzione con impalcato in struttura composta acciaio - calcestruzzo

Nell'ambito della soluzione di impalcato in struttura mista sono stati esaminati due casi. La prima è la ormai classica soluzione a via di corsa *superiore* con sezione bitrave, sulla scorta delle tipologie già realizzate nell'ambito della costruzione del Passante di Mestre. La descrizione strutturale della tipologia di impalcato è sostanzialmente uguale a quella dei viadotti descritti al capitolo precedente.

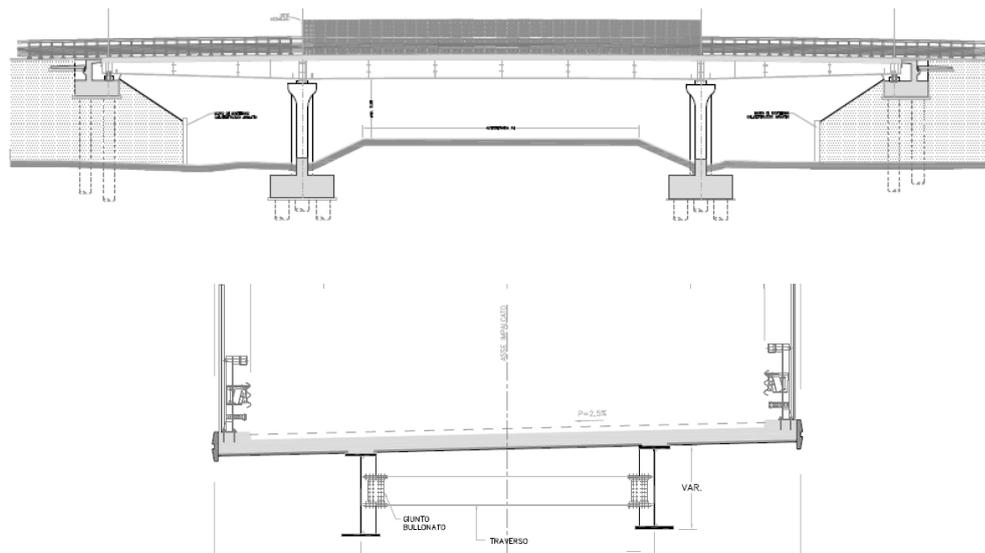


Figura 37: elementi tipici del cavalcavia a struttura composta con impalcato del tipo bitrave

La seconda soluzione, viceversa, prevede un impalcato a via di corsa *inferiore*, composto da due travi principali in acciaio di altezza variabile, poste ai lati della carreggiata, collegate da traversi ad anima piena che sostengono la soletta in cls dell'impalcato, eseguita in opera su predalles.

Le pile sono in calcestruzzo del tipo a colonne singole (una per appoggio).

Caratteristica peculiare della tipologia a via inferiore è 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 accesso al cavalcavia e, di conseguenza, l'impatto complessivo dell'opera.

L'ingombro visivo è ulteriormente ridotto dal fatto che la rete parasassi è sostituita in parte dalla struttura stessa delle travi principali (in quanto esse si sviluppano verso l'alto, ai lati alla carreggiata), diminuendo così anche l'altezza complessiva (impalcato + rete) del manufatto.

-o0o-

Entrambe le soluzioni in carpenteria metallica hanno le travi principali interamente saldate, mentre i traversi sono uniti alle travi con giunto bullonato. La carpenteria metallica può essere realizzata in acciaio tipo "Corten" o in acciaio verniciato, con differente resa dal punto di vista sia cromatico, sia paesaggistico.

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.

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.

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

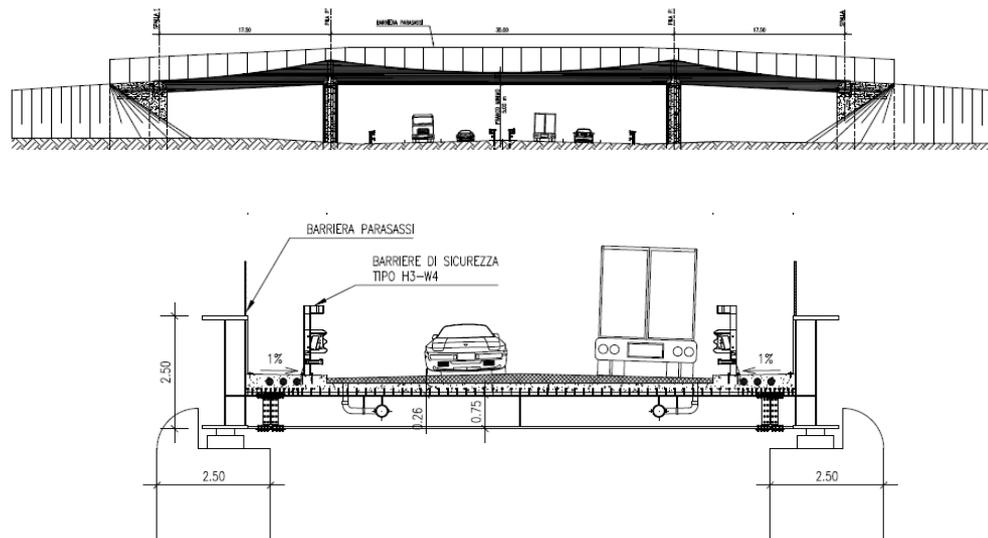


Figura 38: elementi tipologici del cavalcavia a struttura composta con impalcato a via di corsa inferiore

Gli attraversamenti i cavalcavia sono stati considerati i corrispondenza degli svincoli e delle viabilità interferite. Le opere sono pertanto previste in corrispondenza:

- dello svincolo di Velo d’Astico per tutti i tracciati esaminati;
- dello svincolo di interconnessione con la A22 a Lavis del tracciato T1;
- dello svincolo di interconnessione con la A22 a Besenello del tracciato T4;
- dello svincolo di interconnessione con la A22 a Rovereto Sud del tracciato T5;
- dello svincolo d interconnessione A31/A22 del tracciato T6.
- delle viabilità interferite di via Levà (progr. km 0+700 m) e via Colombara (progr. km 1+550 m) per tutti i tracciati esaminati;
- della viabilità della Bretella di Caldonazzo di adduzione allo svincolo omonimo per i tracciati T3 e T6;
- della viabilità interferita in corrispondenza dello svincolo di interconnessione con la A22 a Besenello del tracciato T4.

Sottovia

I sottovia scatolari sono opere attraversanti le viabilità principale in modo da consentire il transito su viabilità secondarie interferite con l'autostrada oppure di dare la continuità idraulica alle aste idrauliche di secondo livello interferite.

Nella fase di scelta del tracciato si sono considerate le tipologie di opere interamente in c.a. gettato in opera, presentando una sezione trasversale corrente di forma rettangolare. Sono composti da una piastra di fondazione su cui si innestano i setti verticali, sui quali si realizzerà la soletta di copertura in c.a. gettata in opera di spessore costante.

A.2.2.13 Varianti di tracciato nel tratto Piovene Rocchette - Lastebasse

La definizione piano altimetrica dei tracciati ipotizzati in questa fase progettuale ha portato all'individuazione di sei ipotesi alternative precedentemente descritte, che ad eccezione del tracciato T5 si sviluppano per un tratto in comune tra l'inizio intervento a Piovene Rocchette (attuale punto terminale dell'autostrada A31) e il Comune di Lastebasse dove la valle dell'Astico si attesta.

La scelta infrastrutturale di realizzare un'autostrada con velocità di progetto di 140 km, porta ad avere un nastro stradale particolarmente "rigido" dal punto di vista planoaltimetrico, legato principalmente all'adozione dei raggi minimi congruenti con il diagramma di velocità che portano a minimizzare il ricorso ad allargamenti della banchina per soddisfare le verifiche di visibilità. Gli allargamenti risultano infatti particolarmente onerosi da realizzare nei tratti in sotterraneo, determinando quelle variazioni di sezione che si riflettono in termini di costi e tempi di realizzazione.

Nei tratti all'aperto, specie se non si trovano in viadotto, invece risultano meno impegnativi ed onerosi e in questa definizione piano altimetrica sono stati ritenuti possibili se quantificabili nell'ordine di qualche decina di centimetri, ritenendo che allargamenti dell'ordine di qualche metro determinino un'errata percezione del tracciato da parte dell'utenza.

Tuttavia i tracciati storici del prolungamento a nord della A31, seppur ipotizzati quando lo scenario normativo era completamente diverso da quello attuale, evidenziano un minor ricorso alle opere in sotterraneo prevedendo un tracciato che si svolga sul fondovalle dell'Astico, rinunciando, per contro, a parametri geometrici maggiormente performanti e quindi con il ricorso ad importanti allargamenti per la visibilità (max 2,00 m in corrispondenza del raggio 1.500 m).

Pertanto oltre ai sei tracciati proposti nel solo tratto compreso tra Piovene Rocchette e Lastebasse sono state studiate due varianti di tracciato, denominate Variante A e Variante B che puntano, in maniera diversa, ad avere un maggior sviluppo di tratti all'aperto.

Nel seguito si descrivono le varianti individuate.

Variante A

La variante A individua un tracciato planimetrico che inizia alla progressiva km 0+000 m coincidente con quella di tutti i tracciati alternativi esaminati e termina alla progressiva km 19+000 m, proseguendo successivamente con gli stessi andamenti planoaltimetrici dei tracciati ai quali si collega.

La scelta della progressiva iniziale permette con maggiore facilità un confronto tecnico-economico con gli altri tracciati che insistono sullo stesso corridoio, anche se nel primo tratto non ci sono modifiche planimetriche fino al km 2+500.

Viceversa dal km 2+500 m la variante A si discosta planimetricamente dagli altri tracciati, spostandosi verso nord: questa impostazione permette di eliminare la galleria Bojadori di lunghezza pari a 430 m.

Il successivo superamento del torrente e della S.S. 350 prevede anche una riduzione della lunghezza del viadotto Velo che passa dalla lunghezza media di 715 m alla lunghezza media di 650 m.

Successivamente il tracciato di variante viene mantenuto più verso la valle e quindi più prossimo alle abitazioni a ridosso della S.S. 350, adagiando il tracciato sul terreno ed eliminando la galleria artificiale Velo.

Successivamente si ripercorre la galleria Cogollo che mantiene la stessa lunghezza media di quella dei tracciati che salgono lungo la Valle dell'Astico, e dopo un breve tratto all'aperto si entra nella galleria Costa del Prà, invece leggermente più lunga rispetto ai tracciati studiati.

Da questo punto in poi si osserva la variante planimetrica di maggior portata poiché la variante cambia l'azimut dirigendosi decisamente verso ovest e passando a valle dell'abitato di Pedescala, rientrando planimetricamente sui tracciati studiati in corrispondenza del viadotto Settecà.

Questa variante permette di contenere la lunghezza della galleria Forte Corbin in circa 450 m e della galleria Pedescala in circa 500 m, contro rispettivamente gli oltre 2.000 m e 1.700 m dei tracciati prima descritti. Viene anche eliminato il viadotto Assa di lunghezza 90 m e contenuta la lunghezza del viadotto Settecà di 15 m.

Tuttavia questa ripercussione sulle opere in sotterraneo determina un maggior sviluppo dei tratti all'aperto e una conseguente maggiore invasività del tracciato nei confronti del torrente, ricorrendo a due viadotti che lo scavalcano rispettivamente Astico I L=500 m e Astico II L=450 m ed al viadotto Pedemonte che deve superare la strada provinciale in sinistra Astico di lunghezza 100 m. Inoltre la variante prevede un tratto di galleria aggiuntiva denominata galleria Barcarola di lunghezza 800 m.

Successivamente si percorre la galleria S. Pietro che si presenta con lo stesso sviluppo

previsto nei tracciati alternativi, seppur presenti un andamento altimetrico leggermente diverso, analogamente per il viadotto Molino che coincide con quello previsto per gli altri tracciati.

Seppur la variante presenti l'indubbio vantaggio di contenere i costi di realizzazione dell'opera nel suo complesso, particolarmente influenzati dall'incidenza delle opere in sotterraneo, è indubbio come la variante A presenti un tracciato che maggiormente occupa un sedime sul fondovalle attualmente poco urbanizzato, sede del corso d'acqua principale e dei suoi affluenti laterali, oltre che delle diramazioni verso centraline di produzione idroelettrica o per scopi irrigui. Inoltre la naturalità dei luoghi viene ad essere pesantemente compromessa dalla presenza di rilevati e viadotti che, sebbene possano essere mitigati con piantumazioni tipiche del contesto, inevitabilmente alterano non solo la percezione visiva attuale ma anche la fruibilità e disponibilità degli spazi fluviali.

Variante B

La variante B individua un tracciato planimetrico che inizia alla progressiva km 0+000 m coincidente con quella di tutti i tracciati alternativi esaminati e termina alla progressiva km 19+000 m, proseguendo successivamente con gli stessi andamenti planoaltimetrici dei tracciati ai quali si collega.

La scelta della progressiva iniziale, come per la Variante A, permette con maggiore facilità un confronto tecnico-economico con gli altri tracciati che insistono sullo stesso corridoio, anche se nel primo tratto non ci sono modifiche planimetriche fino al km 2+500.

Fino alla progressiva km7+500 m il tracciato della variante B ricalca sostanzialmente quello già descritto per la variante A, ma oltre questa progressiva la variante B punta decisamente ad un maggior interessamento del fondovalle, diminuendo ulteriormente gli sviluppi in galleria ma adagiando il tracciato su un maggior numero di viadotti e su una maggiore estesa di tratti in rilevato.

Infatti, la galleria Cogollo passa dagli oltre 1.300 m a 600 m, viene del tutto eliminata la galleria Costa del Prà (circa 900 m), la galleria Forte Corbin si riduce ad un tratto di 200 m contro gli oltre 2.000 m e viene eliminata la galleria Pedescala di oltre 1.700 m di lunghezza, necessitando invece di una nuova corta galleria (Barcarola L=600 m) in corrispondenza dello spostamento del tracciato di variante verso ovest appena entrati nell'ambito del territorio di Pedescala, che, come per la variante A, viene passato a valle dell'abitato principale.

In corrispondenza della confluenza del torrente Assa nell'Astico, l'asse autostradale si alza in viadotto (viadotto Assa L=400 m) per superare sia l'ambito fluviale che al viabilità provinciale

che dalla S.S. 350 va verso Pedescala. Rimanendo a quote sempre intorno a +8/9 m rispetto al terreno di fondovalle, il tracciato prosegue in rilevato incontrando il viadotto Pedescala (L=250 m) necessario a superare l'interferenza con il torrente Astico. Mantenendo l'andamento altimetrico precedente si procede in rilevato fino al viadotto Settecà (L=380 m) prima di piegare decisamente verso ovest per imboccare la galleria S. Pietro (L=3.850 m) che si allunga di circa 500 m rispetto all'analogo galleria dei tracciati esaminati, poiché l'imbocco è spostato più a sud.

All'interno della galleria S. Pietro il tracciato della variante B riprende le quote altimetriche dei tracciati esaminati, riportandosi in piena complanarità allo sbocco a nord della stessa.

Sintesi di confronto delle varianti A e B

Le varianti A e B, seppur in modo diverso, rispetto ai tracciati esaminati percorrono la valle dell'Astico con un maggiore sviluppo dei tratti all'aperto e quindi diminuendo l'incidenza dei tratti in sotterraneo, con un positivo riflesso sul contenimento dei costi di costruzione complessivi.

È indubbio che le varianti vanno ad interessare ed interferire il fondovalle, sede non solo del corso d'acqua principale della valle (il torrente Astico), ma anche di diverse opere idrauliche di presa a scopi idroelettrici e irrigui. Accanto a questa criticità, non trascurabile, c'è pure l'aspetto di interferenza con il tessuto antropico, fatto da abitazioni, aziende agricole, capannoni) che seppur non direttamente incidenti con l'asse autostradale troverebbero un sicuro danno dalla vicinanza con l'infrastruttura.

Da ultimo ma non meno importante c'è l'aspetto ambientale: l'impatto sul fondovalle dell'autostrada è sicuramente maggiore rispetto al tracciato ipotizzato nei corridoi principali, soprattutto per la naturalità dei luoghi. Seppur sul fondovalle non siano presenti aree tipo SIC o ZPS è chiaro che zone boscate a ridosso dell'ambito fluviale rappresentano potenziali siti naturalistici di indubbio valore, sia per la flora che la fauna tipica dei luoghi, che anche la sola vicinanza al corpo autostradale ne determina un'inevitabile depauperamento rispetto alle condizioni attuali.

Accanto a questo va considerato l'aspetto paesaggistico: i tratti all'aperto, con altezze dei viadotti e dei rilevati dell'ordine dei 9-10m rispetto al fondovalle rappresentano un'alterazione della percezione dei luoghi che lascia inevitabilmente un segno indelebile sul territorio, portano ad affermare che in sintesi le varianti A e B debbano essere considerate nel tratto iniziale come potenziali alternative, ma nel tratto oltre il viadotto Velo debbano essere considerate come esercizi tesi a dimostrare che la soluzione con un maggiore sviluppo in sotterraneo sia per quanto sopra detto la preferibile.

A.2.2.14 Aspetti generali della Sicurezza in Galleria

La Direttiva Europea 2004/54/EC, recepita con il Decreto Legislativo 264/06 "Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea", prevede una serie di requisiti minimi di sicurezza e l'adozione dell'analisi di rischio quantitativa come strumento di progetto e verifica della sicurezza in galleria.

I parametri di sicurezza sono strettamente connessi alle caratteristiche del traffico, strutturali ed ambientali della galleria, mentre i sistemi di sicurezza svolgono la funzione di mitigare le condizioni di pericolo indotte dallo specifico ambiente galleria al fine di garantire sicurezza e comfort per gli utenti della strada.

Il metodo adottato dalle "Linee Guida Anas per la Progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo normativa vigente" emanate da ANAS SpA con Circolare n° 179431/09 è il metodo italiano per la progettazione e la verifica della sicurezza nelle gallerie: esso utilizza un *Modello di Rischio* di tipo Bayesiano Classico, integrato con l'analisi delle incertezze aleatorie ed epistemiche associate alle variabili ed ai modelli che descrivono lo stato della galleria nelle condizioni di emergenza.

Le analisi preliminari condotte hanno confrontato i diversi parametri prestazionali delle gallerie dei sei tracciati esaminati, tenendo conto dei parametri che influenzano la risposta del sistema galleria alla sollecitazione in termini di sicurezza dell'utenza. Particolare attenzione è stata data all'intero percorso di ciascun tracciato, inteso anche come successione dei tratti in sotterraneo e delle loro lunghezze in relazione agli analoghi parametri di successione e lunghezza dei tratti all'aperto.

Il risultato di sintesi evidenzia come la sicurezza dei tracciati aumenta al diminuire del numero di gallerie in sequenza, fornendo all'utenza stradale meno elementi di variazione non solo nella percezione del tracciato prospettica ma anche in termini di alternanza chiaro/scuro.

A.2.2.15 La dotazione impiantistica

Le ipotesi di tracciato indicate nei capitoli precedenti sono tutte caratterizzate dall'elevata incidenza dello sviluppo delle opere in sotterraneo rispetto alla lunghezza complessiva dell'intervento.

Dai punti di vista ambientali e di rispetto del territorio la scelta di un andamento stradale che

privilegia una soluzione in galleria appare certamente migliorativa degli impatti verso il territorio attraversato, ma apre parallelamente una serie di questioni legate alla sicurezza della circolazione ed all'attività di manutenzione. In questo quadro il sistema galleria risulta composto da una parte di opere civili (già descritte nei capitoli precedenti) e da una dotazione impiantistica tesa ad assolvere non solo quelle funzioni minime che si possono definire "standard", ma divengono elemento di garanzia di incremento delle condizioni di sicurezza complessive.

Va infatti considerata l'ulteriore specificità della proposta progettuale: se gallerie di lunghezza di qualche chilometro possono considerarsi una normalità nella progettazione degli impianti tecnologici e di sicurezza, le gallerie più lunghe (dai 7 ai 15 km) rappresentano un tema singolare, che seppur approfondito nella successiva fase di progetto preliminare del tracciato scelto, ha richiesto un'impostazione coordinata tra i diversi aspetti civili ed impiantistici.

E', infatti, fuor di dubbio che la dotazione impiantistica svolge un ruolo che risulta prioritario nella definizione degli aspetti legati alla sicurezza, soprattutto considerando che nella presente proposta progettuale è stata considerata una **soluzione integrata** che prevede:

- 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 che 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.

Per la complessiva dotazione impiantistica considerata e computata per ciascun tracciato, appare utile suddividere i diversi casi presenti lungo i tracciati stessi.

Impianti tecnologici in sede stradale all'aperto

Impianto di illuminazione stradale degli svincoli

La proposta progettuale, in ottemperanza alle Norme UNI 11248, UNI 13201/1/2/3/4 ed alle Leggi Regionali sul risparmio energetico e sull'abbattimento dell'inquinamento luminoso, prevede un sistema di illuminazione sull'asse principale solo 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. Analogamente nei piazzali dei caselli e delle barriere, nei punti di maggior ampiezza della sede stradale si sono previste torri-faro complete di apparecchi illuminanti dotati di sorgenti luminose a led.

Impianto di TLC e regolazione del flusso luminoso degli apparecchi illuminanti

Al fine di ottimizzare i consumi energetici e le attività di manutenzione, mantenendo efficienti al tempo stesso i requisiti illuminotecnici dell'impianto di illuminazione, tutti i corpi illuminanti saranno 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 sorgenti luminose, 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 l'allarme al sistema di telecontrollo generale.

Impianto di segnalazione antinebbia degli svincoli

In corrispondenza degli svincoli si prevede la realizzazione del sistema antinebbia attraverso la dotazione di colonnine ubicate lungo il ciglio della viabilità di svincolo sulle 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.

Impianto SOS in itinere ed esterni ai fornici di galleria

Si prevede la realizzazione di un sistema di comunicazione con il Centro di Controllo 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" e la postazione sarà completata con una web-cam per la visualizzazione locale dei soggetti richiedenti soccorso.

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, attraverso la disposizione di telecamere sui cavalcavia e sui PMV lungo i percorsi studiati. I dati convergeranno al Centro di Controllo attraverso i citati cavi in fibra ottica.

Pannelli a messaggio variabile

Trattandosi di un'autostrada si prevede l'installazione di pannelli a messaggio variabile per la segnalazione all'utenza di tutte le informazioni utili per la transitabilità dell'asse autostradale. In prossimità delle uscite di svincolo la proposta prevede a distanza di 2 km dalla cuspide di bivio della pista di uscita la presenza di pannello a messaggio variabile (PMV) con tecnologia a led di tipo alfanumerico, in grado di presentare all'utenza testi alfanumerici porti su 3 righe ciascuna e 15 caratteri per riga. A completamento della dotazione il progetto 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.

Analogamente al di fuori della sede autostradale si prevede sulla viabilità afferente gli svincoli la predisposizione di pannello a messaggio variabile, con caratteristiche simili ai precedenti, in modo da dare informazioni utili all'utenza in procinto di accedere al tracciato.

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, si prevede di installare sui PMV stessi in itinere 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 Controllo. 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...).

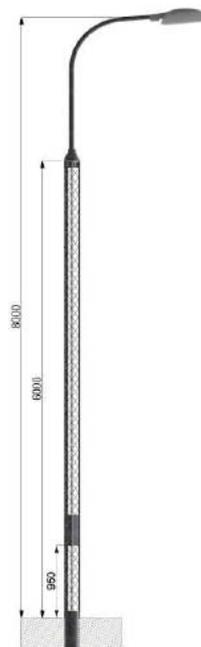
Alimentazione elettrica da rete, in emergenza e di sicurezza

Gli impianti lungo tratta si prevede che siano alimentati da rete ENEL in condizioni ordinarie,

da gruppi elettrogeni e "in sicurezza" da gruppi statici di continuità in emergenza. La mancanza di tensione da rete ENEL 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.

Sostegni tipo a "sicurezza passiva" per punti luce su palo

La proposta progettuale 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 8,00 m a 12,00 m fuori terra. L'impiego di questa tipologia di sostegni consente il loro posizionamento all'interno dello spazio di lavoro delle barriere di sicurezza e quindi di utilizzare punti luce di tipo a testa-palo senza l'utilizzo di sbracci ingombranti. Sono possibili diversi disegni architettonici del palo e dello sbraccio d'illuminazione, elementi architettonici che verranno scelti nella successiva fase di progetto preliminare.



Impianti tecnologici in galleria

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 di 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 di 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 ENEL che da gruppo elettrogeno.

Impianto di illuminazione in emergenza

L'impianto di illuminazione di emergenza si prevede 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 di 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 una autonomia minima di 30 minuti (Linea Guida ANAS 10/2009) aumentabile a 60 minuti.

Impianto di illuminazione di sicurezza

L'impianto di illuminazione di sicurezza si prevede realizzato secondo 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.

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 fornice.

Impianto di TLC e regolazione del flusso luminoso apparecchi

Come per gli apparecchi illuminanti di svincolo, al fine di ottimizzare sia i consumi energetici sia le attività di manutenzione, mantenendo efficienti nel tempo i requisiti illuminotecnici dell'impianto di illuminazione, tutti i corpi illuminanti previsti in progetto si prevede siano 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.

Impianto di ventilazione meccanica

Considerati 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).

Impiantistica all'interno delle vie di fuga (by-pass pedonali)

La proposta progettuale, in accordo con la Linea Guida ANAS 2009 considera i by-pass tra due fornic di galleria come luoghi sicuri temporanei, e prescrive una dotazione impiantistica che prevede oltre alla compartimentazione REI 120' tra i due fornic 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.

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.

Ritrasmissione del canale radio

Tenendo conto delle lunghezze delle gallerie previste lungo i tracciati proposti, si prevede l'installazione di un impianto di ritrasmissione del canale radio all'interno dei singoli fornicelli delle gallerie aventi lunghezza superiore a 1.000 m, che sarà realizzato tramite una postazione master all'esterno e gruppi di antenne per 118, VVF, Polizia Stradale e Gestore dell'arteria stradale. Si prevede l'ubicazione all'interno della galleria di 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 Controllo.

Impianto di segnalazione soccorso

Come già descritto per le postazioni SOS lungo tratta all'aperto, si 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. 4 pulsanti di richiesta soccorso, saranno del tipo a tecnologia "Voice Over IP" e la postazione sarà completata con una Web-cam per la visualizzazione locale dei soggetti richiedenti il soccorso.

Impianto TVCC e di controllo traffico

Le gallerie saranno dotate di un sistema di videosorveglianza TVCC con telecamere distribuite lungo il percorso, in grado di operare per il rilevamento automatico del traffico ed in grado di segnalare automaticamente all'operatore un evento anomalo o critico accaduto

all'interno della galleria. Si prevede 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. Tutti i dati dovranno essere condivisi e registrati in cabina elettrica di galleria ed al Centro di Controllo.

Impianto di rilevazione e spegnimento incendi

Per le gallerie di lunghezza superiore ai 500 m si prevede l'implementazione di 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, in grado di individuare 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.

Gli impianti di spegnimento incendi, previsti in tutte le gallerie aventi lunghezza superiore a 500 m, prevedono l'installazione di manichette antincendio UNI45 (associate alle cassette di segnalazione soccorso) con interdistanza di 150 m. Inoltre, ai singoli imbocchi si prevedono attacchi UNI70 per le autopompe dei Vigili del Fuoco. La condotta idrica di adduzione sarà di tipo "ad anello" in Polietilene (PEAD). In corrispondenza di ogni nicchia 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.

Semafori all'esterno degli imbocchi

In corrispondenza degli imbocchi di galleria, ad una interdistanza variabile tra i 100 m ed i 150 m, si prevede un PMV di tipo a bandiera composto dalla lanterna semaforica a 3 luci e di pittogramma a messaggio variabile, in grado di segnalare lavori in galleria, code per presenza di veicoli fermi in galleria, incidente in galleria, galleria chiusa.

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.

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 "ad anello aperto" con la stesura di un cavo di media tensione da ubicare in corrispondenza della corsia di emergenza delle due carreggiate. 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.

Impianto di filtrazione delle polveri

In corrispondenza dei portali, ed eventualmente all'interno delle gallerie di lunghezza superiore a 6.000 m, si prevedono 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 sono 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 in due modi: attraverso un camino (nel caso il cui i ricoprimenti lo permettessero) o re immessa nel fornice stesso.

A.3 SINTESI DELLE PRIME VALUTAZIONI AMBIENTALI

Contestualmente allo studio planoaltimetrico dei tracciati ed al loro inserimento nei corridoi territoriali valutati idonei ad accogliere la nuova infrastruttura, è stata verificata la compatibilità delle scelte tecniche con l'ambiente, quest'ultimo inteso nel senso più ampio possibile. Tale attività di analisi, ricondotta nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale, ha consentito di ottimizzare *ab origine* le alternative di tracciato, all'interno dei corridoi in studio.

Le valutazioni, seguendo l'impostazione tipica degli Studi di Impatto Ambientale, hanno preso in considerazione aspetti "programmatici", aspetti "progettuali" ed aspetti "ambientali".

L'analisi degli aspetti programmatici è stata finalizzata alla verifica di coerenza del progetto della nuova autostrada, nelle diverse alternative di tracciato individuate, con gli strumenti di pianificazione nazionale, regionale provinciale e comunale e con il sistema dei vincoli territoriali, paesaggistici ed ambientali.

L'inquadramento progettuale illustra le sei ipotesi di tracciato studiate per la nuova infrastruttura con particolare riferimento alla collocazione territoriale, alla funzione trasportistica ed, infine, alla consistenza ed ubicazione delle opere d'arte e degli svincoli.

L'inquadramento ambientale è stato predisposto attraverso lo studio delle seguenti componenti ambientali: Ambiente idrico, Suolo e sottosuolo, Vegetazione, Uso del suolo, Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, Rumore, Atmosfera, Paesaggio, Salute pubblica.

Di queste componenti è stata sviluppata un'indagine conoscitiva dell'area che copre tutte le alternative di tracciato studiate e che ha permesso anche di effettuare prime valutazioni sui possibili impatti.

La stesura dei quadri conoscitivi di ciascuna componente e dei riferimenti normativi e legislativi specifici, hanno fornito elementi utili all'analisi comparativa dei sei tracciati.

Le prime valutazioni di impatto ambientale, poi implementate ed ampiamente rappresentate nello SIA hanno portato ad individuare una preferenza nei confronti dei tracciati T4 e T6. Per l'esposizione dettagliata delle suddette valutazioni si rinvia allo SIA.

A.4 STIMA DEI COSTI DEGLI INTERVENTI

Per valutare il costo di intervento di ciascuno dei tracciati alternativi proposti e delle possibili varianti, per quanto riguarda gli importi dei Lavori si è proceduto ad analizzare le diverse tipologie di intervento dell'asse principale, degli svincoli e delle viabilità compensative ed interferite (rilevato, trincea, viadotto e galleria), tenendo conto delle diverse opere d'arte e delle lavorazioni che concorrono alla loro realizzazione.

Le stime condotte sono congruenti con il grado di definizione dei tracciati, delle opere d'arte, delle opere in sotterraneo, delle dotazioni impiantistiche e di quant'altro concorre alla identificazione progettuale dell'opera per ciascuno dei sei tracciati esaminati.

Da questa analisi fatto pari a 100 l'importo totale dell'opera per i diversi tracciati è riportato nella seguente tabella di sintesi:

TRACCIATO	IMPORTO %
Tracciato T1	150,5%
Tracciato T2	112,3%
Tracciato T3	117,1%
Tracciato T4	100,0%
Tracciato T5	103,9%
Tracciato T6	140,4%

Tabella 20: confronto percentuale tra gli importi totali di ciascun tracciato

A.5 MOTIVAZIONI A SUPPORTO DELLA SOLUZIONE PRESCELTA

Nella fase di scelta dei tracciati sono stati individuati sei tracciati alternativi che partendo dall'attuale termine dell'autostrada A31 in corrispondenza del casello di Piovene Rocchette si collegano direttamente o indirettamente all'autostrada A22.

Ciascun tracciato è stato sviluppato ad una scala pari al 10.000 in termini di planimetrie e profili longitudinali, oltre a fornire per ciascuno di essi l'elaborazione di tutte quegli studi di base che compongono in prima analisi il quadro conoscitivo delle condizioni al contorno, ed in seconda battuta, assieme alle valutazioni su geometria e sicurezza dei tracciati, permettono almeno in questa fase un giudizio qualitativo su ciascuno dei tematismi trattati.

I principali parametri di confronto scelti per esprimere le valutazioni sono:

- **geometria stradale;**
- **geologia, geomorfologia ed idrogeologia;**
- **idrologia ed idraulica;**
- **archeologia;**
- **urbanistica;**
- **interferenze;**
- **traffico;**
- **cantierizzazione;**
- **prime valutazioni ambientali;**
- **costi di costruzione.**

Geometria stradale

Dal punto di vista della geometria stradale i sei tracciati sono tra loro confrontabili, sia dal punto di vista planimetrico, sia dal punto di vista altimetrico; seppur alcuni abbiano una pendenza per brevi tratti superiore al 3% che può essere giudicata meno positivamente rispetto agli altri, si ritiene tuttavia che la variazione di pendenza longitudinale è molto contenuta e ricompresa tra un massimo ed un minimo rispettivamente di 3,50% e 2,93%. Da questo punto di vista il tracciato T4 presenta il valore minore, legato al lungo tratto in galleria tra la Valdastico e la valle dell'Adige. Analizzando la geometria stradale anche tramite metodi come quelli dei criteri di Lamm, si perviene sostanzialmente alla stessa conclusione, con una leggera penalizzazione per i tracciati T3 e T5. In sintesi l'aspetto stradale non consente di esprimere un giudizio che privilegia in maniera netta un tracciato rispetto all'altro.

Geologia, geomorfologia ed idrogeologia

La geologia intesa nel senso più ampio, appare un elemento che può dare un giudizio importante sulla qualità dei tracciati studiati, esprimendo una valutazione soprattutto circa la fattibilità o meno delle opere.

Da questo punto di vista è risultata una sostanziale equivalenza tra le ipotesi progettuali ad esclusione del tracciato T5 che risulta quello con il giudizio più negativo, al limite della fattibilità geologica. Una leggera preferenza va espressa invece per i tracciati T4 e T6 che presentano un minor grado di criticità nelle formazioni e nel regime strutturale e di faglie interessate.

Idrologia ed idraulica

I tracciati si inseriscono in un contesto dove l'aspetto idraulico non evidenzia criticità puntuali tali da costituire un pregiudizio per la fattibilità dell'opera. Oltre alla rete principale di fiumi e torrenti, nella quale spiccano l'Adige e l'Astico come aste principali, il progetto interessa anche l'innumerabile rete secondaria, costituita da una serie di compluvi laterali alle valli principali. Tutti i tracciati non presentano condizioni di criticità tali da determinarne l'infattibilità, e quindi sotto il profilo idraulico non si può esprimere una preferenza per un tracciato rispetto all'altro. Il tracciato T5 per la sua conformazione sembra essere quello con meno interferenze con la rete principale, per contro attraversa più valli laterali in condizioni di potenziale instabilità geologiche, come detto, oltre a problematiche di scarsa accessibilità che rendono difficoltose le operazioni costruttive delle opere.

Archeologia

Le maggiori criticità archeologiche si concentrano in Val d'Adige e Valsugana, determinando così un più elevato livello di rischio archeologico per i tracciati che vi insistono. In linea generale i tracciati risultano tra loro equivalenti, con una leggera minore criticità per i tracciati T4 e T5.

Urbanistica

Dall'analisi di dettaglio delle principali interferenze dei tracciati con le destinazioni d'uso stralciate dai piani urbanistici emerge che non vi sono situazioni di particolare criticità: tuttavia una leggera preferenza viene espressa per i tracciati T4 e T6, che meglio coniugano obiettivi di sostenibilità ambientale ed urbanistica con le esigenze di carattere trasportistico ed economico.

Interferenze

Le maggiori interferenze si riscontrano in Val d'Adige, riguardando principalmente i tracciati T1 e T6, che presentano un'incidenza economica maggiore per la risoluzione delle interferenze con le reti tecnologiche. Tutti i tracciati non si trovano comunque in condizioni critiche, richiedendo solo un differente esborso e un'attenta programmazione dei lavori con gli enti interferiti. Il tracciato T4 è quello che genera un costo minore non interessando un numero di impianti elevato, legato principalmente alla minore lunghezza del tracciato ed al lungo tratto in galleria che collega la valle dell'Astico con la val d'Adige.

Traffico

I tracciati che più contribuiscono a sgravare la rete ordinaria sono i T3, T4 e T6, con veicoli teorici medi dell'ordine dei 15-16.000 al 2021, fino a superare la soglia dei 22.000 al 2031, nel giorno feriale medio, mentre nel giorno festivo è risultato migliore il tracciato T1 (con l'innesto sulla A22 realizzato più a nord). Il tracciato meno performante è risultato il T5 (innesto sulla A22 in corrispondenza di Rovereto Sud) con valori di TGM pressoché dimezzati. In genere si è osservato che i TGM per tratta aumentano all'approssimarsi all'interconnessione a Trento, con incrementi dell'ordine del 15%.

Cantierizzazione

Dal punto di vista della cantierizzazione emerge come il tracciato T5 risulti quello più penalizzato, sviluppandosi in una valle molto acclive, con scarsa presenza di viabilità ed un'unica strada di valle in alcuni punti non percorribile da eventuali mezzi d'opera. Gli imbocchi delle gallerie, i viadotti ed i manufatti idraulici si trovano in strette valli laterali alla valle del Terragnolo, praticamente irraggiungibili se non con l'apertura di piste di cantiere comunque molto difficili da costruire. Per tutti gli altri tracciati non si rilevano criticità particolari.

Prime valutazioni ambientali

Per ciascun tracciato esaminato sono stati condotti degli studi mirati a stabilire il livello di interferenza ambientale degli stessi. Le valutazioni hanno concorso a determinare il quadro conoscitivo del territorio e dell'ambiente per lo sviluppo dello SIA per le componenti Ambiente idrico, Suolo e sottosuolo, Vegetazione, Uso del suolo, Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, Rumore, Atmosfera, Paesaggio, Salute pubblica. Le valutazioni hanno portato ad individuare una preferenza nei confronti dei tracciati T4 e T6 che presentano minori criticità.

Costi di costruzione

Per tutti i tracciati esaminati è stato redatto un confronto economico sulla base di prezzi parametrici come descritto in precedenza: dal punto di vista economico-finanziario si tratta per tutti i tracciati di importi considerevoli, principalmente legati alla notevole incidenza delle opere in sotterraneo che si rendono indispensabili a causa dell'orografia del territori attraversato. In questo senso il tracciato T4, stante la minor lunghezza complessiva, risulta quello con l'importo minore e quindi sotto questo aspetto quello preferibile.

-o0o-

Per grandi opere complesse come quella oggetto di progettazione, normalmente la sintesi al termine dell'individuazione e del confronto delle alternative progettuali si presenta delicata e complessa, anche a causa della difficoltà di attribuire il giusto peso ai vari elementi trattati e di ricavarne valutazioni di tipo analitico e quantitativo.

Nel caso specifico, tuttavia, la valutazione è semplificata in quanto un tracciato, il T4, presenta caratteristiche preferenziali in riferimento sostanzialmente a tutti i parametri considerati.

Tale circostanza è sintetizzata, a livello grafico, nella seguente tabella:

		T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Geometria stradale						
2	Geologia, geomorfologia, idrogeologia						
3	Idrologia ed idraulica						
4	Archeologia						
5	Urbanistica						
6	Interferenze						
7	Traffico						
8	Cantierizzazione						
9	Prime valutazioni ambientali						
10	Costo di costruzione						

Legenda:

Tracciato con caratteristiche preferenziali

Tabella 21: Tabella riepilogativa di analisi qualitativa dei tracciati esaminati

Le tematiche relative all'impatto ambientale sono ulteriormente sviluppate nello SIA.

B. PROGETTO DELLA SOLUZIONE SELEZIONATA

B.1 L'INFRASTRUTTURA STRADALE E LE OPERE MAGGIORI

B.1.1 Descrizione del tracciato selezionato

Il tracciato selezionato è il tracciato denominato T4 studiato nella fase di confronto delle alternative progettuali, il quale 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'intero sviluppo è sostanzialmente suddivisibile in tratti omogenei per caratteristiche di tracciato e di intervento, oltreché per questioni orografiche, potendo così distinguere la descrizione nei seguenti 3 tratti:

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

1. Tratto da Piovene Rocchette ad Arsiero

Attualmente l'autostrada A31 termina in corrispondenza del casello di Piovene Rocchette con uno schema che prevede per la carreggiata direzione nord una canalizzazione del traffico su un'unica corsia di marcia verso l'uscita al casello, mentre per la carreggiata direzione sud si osserva una corsia che entra dal casello allargandosi a due una volta raggiunto il sedime autostradale.

Il tracciato autostradale verso nord si posiziona in asse all'esistente e prosegue l'andamento planimetrico del tratto in esercizio, mantenendosi sempre al di sotto del piano campagna fino al raggiungimento dell'alveo inciso del torrente Astico, proseguendo la trincea esistente per ulteriori 350 m circa. In questo primo tratto sono presenti due cavalcavia per la continuità della viabilità minore che vengono conservati: il loro dimensionamento sembra essere congruente con il proseguimento dell'autostrada, verrà valutato nel progetto definitivo, con un rilievo di dettaglio dell'opera e con valutazioni strutturali, l'eventuale rifacimento degli stessi.

Dall'inizio intervento al torrente Astico il tracciato resta all'interno del territorio comunale di Piovene Rocchette.

Il torrente viene superato con un viadotto in calcestruzzo, denominato viadotto Piovene, con lunghezza di 290 m e 275 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e dir. sud. L'attraversamento è caratterizzato orograficamente dal torrente all'interno di una forra

molto profonda, circa 70 m, con pareti scoscese che hanno indirizzato la tipologia di opera che la sua cantierizzazione, come viene meglio dettagliato nella relazione tecnica relativa al viadotto stesso.

Superata l'asta idrografica dell'Astico il tracciato entra nel territorio comunale di Cogollo del Cengio, proseguendo l'andamento in trincea sovrapponendosi al corridoio già individuato nelle precedenti progettazioni sia dell'autostrada che del raccordo autostradale Piovene Rocchette – Schiri: infatti, il tracciato si posiziona nel varco lasciato libero all'interno della zona industriale comunale con andamento altimetrico in trincea. In corrispondenza dell'intersezione con la S.S. 350 il tracciato autostradale emerge dal piano campagna per attestarsi in rilevato. L'interferenza con la S.S. 350 viene risolta prevedendo una variazione altimetrica della stessa in modo che sottopassi l'autostrada con un manufatto scatolare di dimensioni interne pari a 12x6 m; mediante l'inserimento di strada laterali vengono mantenuti gli accessi ai fondi, all'abitazione ed ai fabbricati industriali attualmente presenti.

Il tratto in rilevato prevede una duna per la mitigazione degli impatti dovuti al rumore e per un migliore mascheramento dell'opera sul lato sud-ovest.

Per un tratto di circa 225 m l'autostrada continua in rilevato per proseguire successivamente in trincea a causa della risalita del profilo naturale del terreno: in questo tratto che conduce verso la galleria S. Agata (di lunghezza pari a 990 m e 970 m rispettivamente per la carreggiata nord e sud) sono stati posizionati due cavalcavia per il mantenimento della continuità delle strade locali, una delle quali accede alla chiesa di S. Agata; i due cavalcavia non emergono in modo significativo dal piano campagna poiché la livelletta autostradale si trova al di sotto del medesimo.

Dopo il tratto in trincea il tracciato prosegue in sotterraneo con la galleria S. Agata per sottopassare un leggero rilievo del terreno: sul lato dell'imbocco sud della galleria è previsto un tratto dello spartitraffico amovibile (detto varco) che permette lo scambio di carreggiata in caso di interventi di manutenzione in galleria o l'accesso ai mezzi di soccorso in caso di incidenti ed emergenze.

All'uscita nord della galleria il tracciato si ritrova a dover superare il torrente Astico, abbandonando l'ambito comunale di Cogollo del Cengio ed entrando in quello di Velo d'Astico. L'attraversamento del torrente avviene con il viadotto Boiadori di lunghezza 480 m e 540 m rispettivamente per la carreggiata dir. Nord e dir. Sud, con lunghezza abbastanza diverse legate all'obliquità dell'attraversamento. Terminata l'opera di attraversamento si è posizionato un varco per il possibile scambio di carreggiata.

Nel precedente tratto autostradale, rispetto ai tracciati alternativi precedentemente descritti, si è adottata una modifica planimetrica, coincidente con la proposta denominata Variante A nello studio dei tracciati alternativi, evitando così di dover prevedere la galleria Boiadori di lunghezza di circa 430 m, con un leggero spostamento dell'asse planimetrico verso nord, in modo da adagiarsi in rilevato sulle curve di livello del versante.

Superato il torrente viene previsto il primo svincolo di connessione con la viabilità ordinaria, denominato svincolo di Velo d'Astico, posizionato a circa 5,5 km dallo svincolo di Piovene Rocchette esistente. 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.

Lo svincolo si collega alla viabilità ordinaria in destra Astico, prossima all'area industriale comunale, mediante una rotatoria: successivamente l'attestamento sulla S.S. 350 della medesima viabilità prevede la riorganizzazione dell'attuale intersezione a T con la realizzazione anche in questo caso di una rotatoria.

Superato lo svincolo il tracciato va ad interessare nuovamente il territorio comunale di Cogollo del Cengio, modificando quella che è l'impostazione incontrata fino a questo punto a causa delle mutate condizioni orografiche, le quali richiedono un più cospicuo ricorso ad opere come gallerie e viadotti.



Figura 39: simulazione paesaggistica verso nord dell'area dello svincolo e delle aree di servizio di Velo d'Astico

2. Tratto da Arsiero a Lastebasse

Superato lo svincolo di Velo d'Astico il tracciato autostradale inizia a salire per raggiungere la quota necessaria a superare il torrente Astico e la S.S. 350. Si sale quindi sul viadotto Velo, di lunghezza pari a 685 m e 700 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e la carreggiata dir. sud, per andare a posizionarsi in sinistra orografia dell'Astico.

Come già accennato, l'orografia del territorio da Arsiero verso nord muta in modo radicale: l'ampia piana si configura ora come una valle alpina, con pendenza a salire verso nord, limitata lateralmente da complessi montuosi molto spesso con forte acclività e con innumerevoli compluvi e valli laterali, spesso ospitanti piccoli o medi corsi d'acqua.

Va da se che l'autostrada, già condizionata da valori elevati di raggi di curvatura per ottemperare alle verifiche di visibilità senza il ricorso sistematico ad elevati valori di allargamenti, risulta spesso o in viadotto o in galleria.

Infatti, appena discesi dal viadotto Velo si incontra la galleria artificiale Velo, necessaria per evitare di avere fronti di scavo laterali con notevoli altezze e quindi con opere di sostegno definitive di forte impatto: si è così impostata una galleria scatolare che permette di contenere il terreno di monte e dare anche una protezione alla possibile caduta di materiali dalla scarpata sovrastante. La galleria presenta lunghezza pari a 135 m e 60 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e la carreggiata dir. sud.

Immediatamente prima della galleria il tracciato risulta interferente con due edifici dei quali si prevede l'acquisizione e demolizione.

Superata la galleria Velo, dopo un ulteriore tratto tra opere di sostegno analogo a quello precedente la galleria stessa, il tracciato imbocca la galleria Cogollo di lunghezza pari a 1.560 m e 1.205 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e la carreggiata dir. sud.

Prima dell'imbocco è posizionato un varco per gli scambi di carreggiata.

Poiché il tracciato si trova parietale rispetto all'ammasso montuoso, le opere ed i tratti all'aperto presentano lunghezze diverse a seconda che si trovino in carreggiata nord o in carreggiata sud: come per la galleria Cogollo, infatti, anche il successivo tratto all'aperto si trova sostanzialmente a mezza costa, con sviluppi di 115 m in carreggiata nord e di 485 m in carreggiata sud. In questo tratto all'aperto compreso tra due gallerie sono posizionati un ulteriore varco per lo scambio di carreggiata, le cabine elettriche e la viabilità di servizio che permettono al Concessionario di raggiungere tale zona anche dall'esterno: ovviamente tale possibilità risulta particolarmente efficace anche per i mezzi di soccorso.

Successivamente si rientra in sotterraneo con la galleria Costa del Prà di lunghezza pari a 855 m e 717 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e la carreggiata dir. sud, uscendo poi all'aperto per lunghezze di 140 m e 325 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e la

carreggiata dir. sud. Come nel caso del tratto all'aperto precedente, anche in questo caso è stata prevista l'ubicazione di un varco per lo scambio di carreggiata e la possibilità di raggiungere tale zona anche dall'esterno dell'autostrada. In analogia al tratto all'aperto precedente sono previste importanti opere di sostegno a presidio della scarpata sia di monte che di valle..

Superata questa parte all'aperto il tracciato entra nella galleria Forte Corbin di lunghezza pari a 2.210 m e 2.120 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e la carreggiata dir. sud. Prima di rientrare in sotterraneo il tracciato prevede un breve tratto all'aperto nella val d'Assa solcata dal torrente omonimo, che viene superata con il viadotto omonimo di lunghezza 105 m per entrambe le carreggiate. In questa stretta valle non sono presenti importanti viabilità e quindi, anche tenendo conto della forte acclività dei versanti e della lunghezza ridotta del tratto all'aperto non sono stati previsti varchi, piazzole o accessi di emergenza dall'esterno. E' prevista invece un'area tecnica per il posizionamento della cabina elettrica di alimentazione degli impianti in galleria. Il viadotto si trova a cavallo del confine comunale che introduce nell'ambito comunale di Valdastico.

La galleria successiva è stata denominata Pedescala e permette al tracciato autostradale di superare l'omonima frazione comunale di Valdastico evitando tratti all'aperto proprio in corrispondenza del centro abitato: la galleria presenta lunghezze di 1.750 m e 1.735 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e la carreggiata dir. sud: all'imbocco nord è stato scelto di realizzare un varco per lo scambio di carreggiata, predisponendo tra l'opera di imbocco e la successiva spalla del viadotto Settecà un riempimento con l'impiego di muri tra le due carreggiate. La sottostante viabilità provinciale sottopassa l'autostrada in sottovia scatolare di dimensioni interne 10,50 x5,50. A fianco della provinciale è stata ubicata anche una cabina elettrica poiché risultava difficile trovargli una collocazione che risultasse accessibile dall'autostrada, a meno di non prevedere importanti opere di sostegno sia verso monte che verso valle che si è preferito evitare per gli impatti che avrebbero generato.

La valle dell'Astico viene successivamente superata con il viadotto Settecà, che rispetto alla fase di scelta dei tracciati è stato leggermente ruotato planimetricamente in modo da ridurre l'obliquità rispetto alla valle e quindi conseguendo l'effetto di una riduzione del suo sviluppo: le nuove lunghezze sono 425 m e 423 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e la carreggiata dir. sud. Il viadotto permette di superare la valle ed il torrente sottostante, oltre alla S.S. 350 posta in destra Astico. Su questo lato appena superata la spalla del viadotto in carreggiata sud è stata posizionata la cabina di alimentazione degli impianti e tra le due carreggiate un varco per gli scambi di carreggiata, con la possibilità che tale zona sia raggiungibile anche dall'esterno tramite la viabilità che conduce alla menzionata cabina.

Successivamente si ritorna in sotterraneo con la galleria S. Pietro, lunghezze di 3.507 m e 3.586 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e la carreggiata dir. sud, che consente di sottopassare il complesso montuoso che limita la valle dell'Astico lato est (con l'altopiano Tonezza del Cimone) per riemergere quasi al confine comunale di Pedemonte, dove con il viadotto Molino (di lunghezza 461 m per entrambe le carreggiate) si supera il torrente Astico e la S.S. 350. All'uscita della galleria è ubicato un ulteriore varco per gli scambi di carreggiata e la cabina di alimentazione degli impianti della galleria stessa.

In quest'ambito è stato ubicato lo svincolo di Valle dell'Astico, con usuale schema a trombetta che viene ad ubicarsi sulla sponda sinistra dell'Astico in corrispondenza di un ambito di cava, sul quale si prevede un intervento di ripristino ambientale con modellazione del terreno, ubicando oltre allo svincolo anche il centro di manutenzione omonimo ed un'area di servizio esterna all'autostrada ma raggiungibile tramite lo svincolo anche dall'utenza autostradale. Quest'ipotesi è stata valutata attentamente ed è stata proposta perché consente di ottenere diversi benefici: innanzitutto, vista l'orografia del territorio, non è possibile inserire lungo lo sviluppo del tracciato altre aree di servizio, inoltre va considerata la posizione dello svincolo nei confronti del territorio stesso. Infatti lo svincolo permette di raggiungere, tramite la S.S. 350, gli altipiani di Folgaria e Lavarone, ed è quindi presumibile che divenga centro di scambio e raccolta del turismo, soprattutto invernale. Per tale motivo è stata attrezzata un'area che prevede non solo la stazione carburanti ma anche un piccolo centro con attività di ristorazione, divenendo un potenziale punto di raccolta ed aggregazione con importanti anche possibilità di offrire lavoro agli abitanti dell'intorno.

Sugli aspetti architettonici che hanno condotto al disegno di questo complesso (casello, centro di manutenzione ed area di servizio) e di quello di Velo d'Astico si rimanda al capitolo relativo.



Figura 40: simulazione su foto aerea dell'area dello svincolo di Valle dell'Astico

Fino alla successiva galleria il tracciato si sviluppa in sinistra Astico, con un'alternanza di opere legata alla presenza del fiume ed alla forte acclività del versante montuoso verso nord: si prevedono infatti anche ulteriori due viadotti (Posta I con lunghezza 590 m e 703 m e Posta II con lunghezza 689 m e 707 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e la carreggiata dir. sud) ed un breve tratto sulla sola carreggiata dir. nord di galleria artificiale (galleria Molino di 200 m), necessaria per evitare di avere fronti di scavo laterali con notevoli altezze e quindi con opere di sostegno definitive di forte impatto.

In questo tratto stante la vicinanza dell'alveo del torrente si è previsto la deviazione dell'alveo di magra pur rimanendo all'interno dell'area fluviale, adottando una protezione spondale con massi per evitare fenomeni erosivi sia in corrispondenza delle fondazioni che dei rilevati.

Giunti quasi al termine del viadotto Posta II (progr. km 20+853 m) si entra nel territorio comunale di Lastebasse, in prossimità della frazione di Scalzeri.

Il tracciato proprio sul fronte sud dell'abitato supera la statale ed il torrente Astico ed entra nella galleria Pedemonte con lunghezza 1.850 m e 1.815 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e la carreggiata dir. sud, necessaria d evitare l'interferenza con la frazione di Lastebasse e con il successivo abitato comunale di Pedemonte. Prima dell'ingresso in galleria è presente, ancora una volta, un varco per lo scambio di carreggiata e la cabina per l'alimentazione degli impianti di galleria, quest'ultima raggiungibile sia dall'autostrada che dalla viabilità esterna (utile anche per i mezzi di soccorso).

All'uscita della galleria si ritorna nel territorio comunale di Pedemonte, superando in successione la S.S. 350, l'Astico e la strada provinciale in desta Astico con il viadotto Ciechi (di lunghezza 285 m e 310 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e la carreggiata dir. sud). Dopo la spalla nord del viadotto, prima dell'ingresso in galleria, è ubicato l'ultimo varco per lo scambio di carreggiata e la cabina per l'alimentazione degli impianti di galleria.

Superato questo tratto all'aperto si imbocca successivamente l'opera in sotterraneo di maggior rilievo, la galleria di valico che porta a sbucare in val d'Adige, che di fatto introduce nell'ultimo tratto del tracciato.

3. Tratto da Lastebasse a Besenello

Questo tratto è sostanzialmente caratterizzato dalla lunga galleria che collega la valle dell'Astico con la val d'Adige, la galleria di Valico di lunghezza 15.145 m e 15.075 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e la carreggiata dir. sud.

L'opera introduce l'autostrada nella Provincia Autonoma di Trento poiché, dopo un primo

tratto di circa 675 m in territorio di Lastebasse (Regione Veneto), permette di sottopassare gli ambiti comunali di Lavarone, di Folgaria e buona parte di quello di Besenello, prima di uscire in quest'ultimo comune con la galleria dir. sud, mentre la galleria direzione nord esce in Comune di Calliano.

L'opera risulta l'elemento caratterizzante del tracciato, ponendosi nel panorama infrastrutturale non solo nazionale ma anche europeo come la maggiore galleria autostradale a doppio fornice in termini di lunghezza: l'opera in sotterraneo, come sarà discusso nell'apposito capitolo che qui brevemente si accenna, ha comportato uno studio dettagliato, seppur riferito al progetto preliminare, circa le modalità costruttive (scavo meccanizzato o tradizionale) e l'impiantistica, intesa anche nella sua accezione che riguarda la sicurezza dell'esercizio autostradale. Infatti mentre per le gallerie che si trovano in Valdastico il tema delle modalità di scavo risulta chiaramente identificato dalla lunghezza massima delle opere (con lunghezze dell'ordine dei 3 km non appare significativo l'utilizzo di macchine per scavo meccanizzato a piena sezione), per la galleria di valico è risultato importante definire in prima battuta le modalità costruttive, in modo da verificarne la cantierizzazione e l'economicità della scelta.

L'ipotesi sviluppata nel progetto preliminare prevede l'utilizzo di due frese a piena sezione che, per ragioni di spazi legati alla costruzione delle macchine di scavo stesse, inizieranno lo scavo dal versante trentino verso quello veneto: l'ipotesi è stata verificata sia sul posto che attraverso la cartografia (sia numerica che aerofotografica), organizzando di conseguenza sia lo schema cantieristico che il relativo cronoprogramma.

L'uscita dalla galleria avviene a ridosso del complesso montuoso denominato "Becco di Filadonna" in corrispondenza di un sito di cava in parte in disuso: questa ipotesi progettuale è stata sviluppata perché permette anche una ricomposizione ambientale del sito, attraverso una modellazione della scarpata autostradale che prevede una duna di mascheramento del tratto in appoggio su terreno naturale e una pendenza a ricostruire un paesaggio sul quale possa prevedersi l'impianto di vigneti come elemento tipico del paesaggio. In corrispondenza dell'uscita è ubicato un varco per lo scambio di carreggiata e la cabina per l'alimentazione degli impianti in galleria.

Dopo un tratto in appoggio di circa 200/250 m (variabile a seconda della carreggiata considerata) il tracciato si trova a dover superare la S.S. 12, la linea ferroviaria del Brennero ed il fiume Adige, prima di doversi attestare allo svincolo con l'Autostrada A22: questo tratto di autostrada si sviluppa sul viadotto Adige (di lunghezza 501 m per entrambe le carreggiate), che si sviluppa interessando l'ambito comunale di Calliano, Besenello e Nomi.

Il viadotto Adige si connota come un'opera particolare, sia per il contesto attraversato e le infrastrutture da superare, sia per l'intervisibilità dall'intorno (ad esempio dal vicino Castel

Beseno come punto di vista privilegiato). La particolarità del viadotto è la struttura della campata speciale che supera il fiume Adige, una campata sorretta da un doppio arco al quale l'impalcato risulta appeso, invece il tratto di approccio a questa campata invece ripresenta le stesse caratteristiche dei viadotti tipo presenti lungo l'intero sviluppo del tracciato. Lo scavalco del fiume non presenta appoggi in alveo e conserva la pista ciclabile sull'argine sinistro. Infine il tracciato si attesta sulla A22 con uno schema che è stato oggetto di approfondimento circa lo schema geometrico da proporre: la scelta è caduta su uno svincolo a doppio manufatto in luogo di una più semplice interconnessione a trombetta, sia perché la geometria risulta meno invasiva sul lato opposto all'autostrada A22, sia perché la forma permette la realizzazione nell'area residuale compresa tra le piste di svincolo di un piccolo centro di manutenzione a servizio del tratto all'aperto tra l'uscita dalla galleria di valico e lo svincolo stesso. Con opportuni rimodellamenti morfologici del terreno il centro di manutenzione risulta addirittura quasi interamente interrato, evitando emersioni delle opere rispetto al contesto di riferimento.

Particolare attenzione è stata posta allo sbocco della galleria di Valico: così come altre gallerie lungo il tracciato che si sviluppano con allineamento est-ovest, si pone la problematica della possibilità di abbagliamento nelle ore in cui il sole si trova basso verso la linea d'orizzonte. Ovviamente dopo un percorso di ca. 15 km in galleria il fenomeno risulta accentuato e quindi si sono previste delle coperture leggere con materiali plastici supportati da una struttura tubolare metallica che ne attenuano i potenziali effetti negativi sui conducenti. Queste strutture leggere d'imbocco, come verrà anche spiegato nel capitolo relativo alla manutenzione dell'opera, permettono anche il ritorno dei mezzi per la manutenzione invernale evitando lunghi percorsi "a vuoto", assumendo così anche una valenza in termini di costi di esercizio dell'opera.

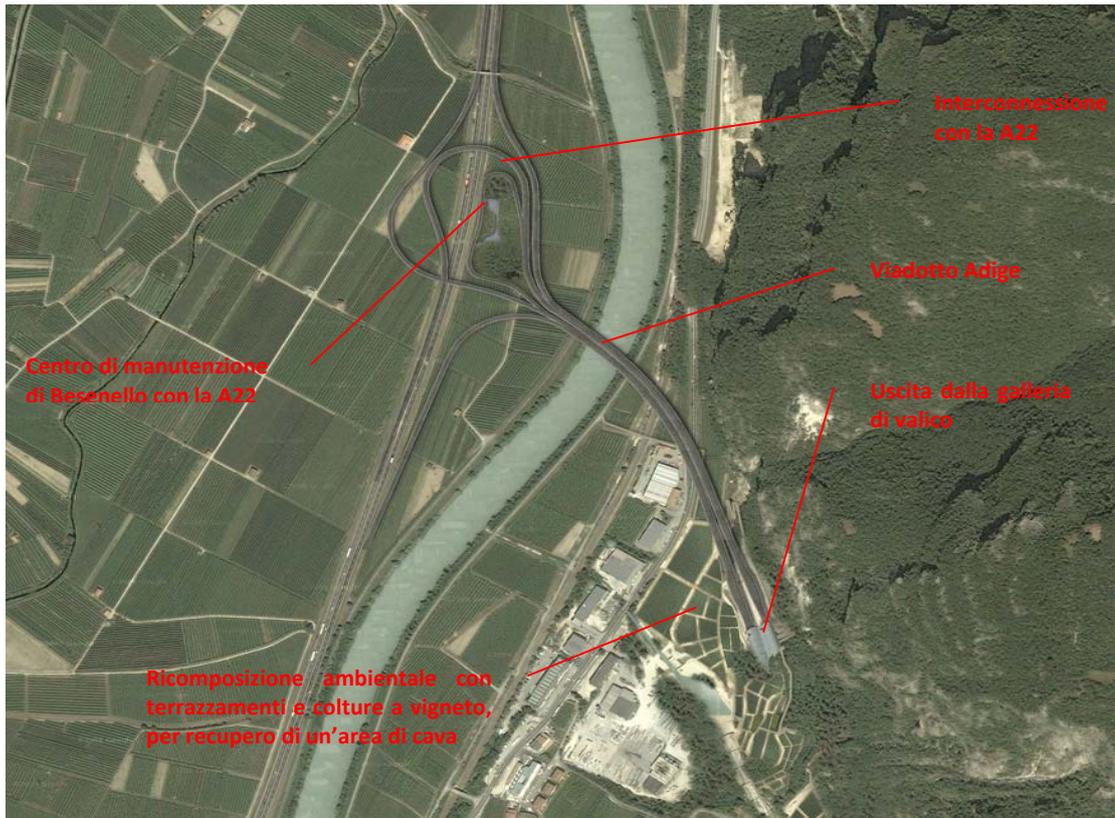


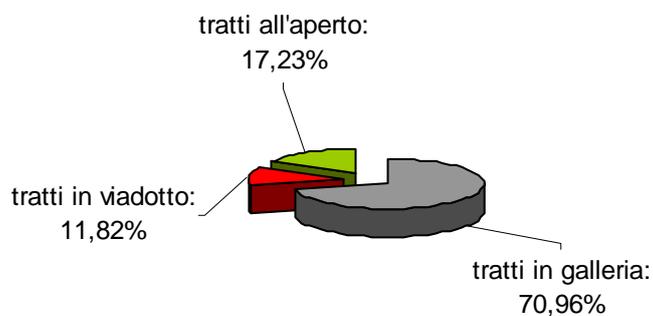
Figura 41: simulazione su foto aerea dell'area dello svincolo di interconnessione con la A22

B.1.2 Principali dati del tracciato selezionato

Asse principale	
Lunghezza tracciato asse principale	39,1 km
Categoria stradale	Autostrada extraurbana tipo A

Svincoli	
Velo d'Astico	progr. 5+000
Valle dell'Astico	progr.18+600
Interconnessione A22 – Besenello	progr. 39+100

Suddivisione per categoria intervento		
	m	%
tratti in galleria	27.745	70,959%
tratti in viadotto	4.620	11,815%
tratti all'aperto	6.736	17,226%



Lunghezze per Provincia		
	m	%
Vicenza	23.963	61,3%
Trento	15.137	38,7%
di cui all'aperto:	701	-

B.1.3 Descrizione della sezione tipo

L'autostrada A31 Nord è classificata come Autostrada Extraurbana categoria A secondo la normativa vigente e il Codice della Strada, prevedendo pertanto una sezione tipologica che prevede come larghezze minime degli elementi compostivi della piattaforma stradale così come rappresentati nella seguente figura:

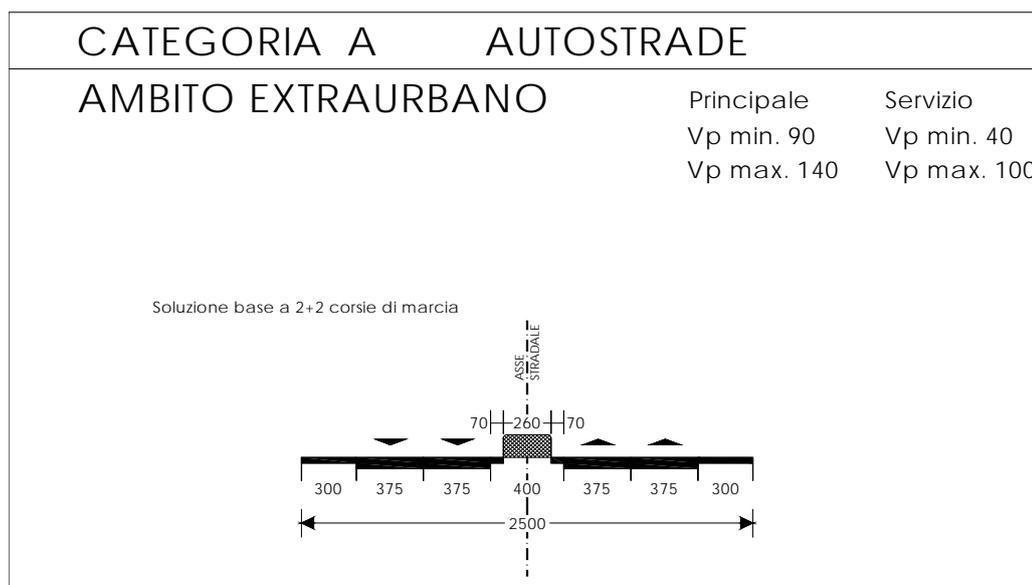


Figura 42: elementi compositivi la piattaforma stradale

In questo schema desunto dalla normativa tecnica per la progettazione stradale, la carreggiata risulta composta da due carreggiate composte da due corsie di marcia, ciascuna con corsia di emergenza a destra e banchina a sinistra per una larghezza pavimentata minima pari a 11,20 m.

La banchina in sinistra, assunta con un valore minimo pari a 0,75 m, di 5 cm superiore al valore minimo (la larghezza pavimentata per ciascuna carreggiata è quindi pari a 11,25 m), può assumere larghezze maggiori per consentire le verifiche tecniche stradali circa la visibilità in curva. Tuttavia, l'impostazione progettuale ha previsto il ricorso a raggi di curvatura di valori tali da non necessitare di ulteriori allargamenti per la visibilità in curva nei tratti in sotterraneo, mentre per i tratti all'aperto si è consentito di introdurre allargamenti per la visibilità essendo questi meno impegnativi da realizzare rispetto ai tratti in sotterraneo (oltre alla ricaduta in termini di costi di costruzione). La scelta di aumentare la banchina in sinistra è stata operata per evitare l'inserimento delle piazzole di sosta nelle gallerie, come verrà descritto nel capitolo relativo alle opere in sotterraneo.

La distanza tra le carreggiate è stata impostata ai valori minimi di normativa (2,60 m per lo spartitraffico con riferimento alla figura sopra riportata) per gli sviluppi all'aperto nel primo tratto del tracciato fino allo svincolo di Velo d'Astico, mentre nel tratto più a nord la distanza tra le carreggiate è regolata in massima parte dalla distanza minima che devono avere i due fornicelli delle gallerie, arrivando al valore massimo pari a circa 25 m.

Le analoghe dimensioni trasversali vengono mantenute anche in corrispondenza delle opere d'arte, siano viadotti o gallerie, con un diverso arredo funzionale delle barriere di sicurezza che divengono nel primo caso quelle definite "bordo ponte" dalla normativa e nel secondo caso "profili redirettivi tipo Ney Jersey" addossati al piedritto della galleria.

Per le piste di svincolo sono state adottate le dimensioni minime previste dalla normativa, precisamente una larghezza pavimentata di 6 m per le monodirezionali e 9 m per le bidirezionali.

L'elemento più significativo della sezione stradale è rappresentato dalla pavimentazione: come richiesto dal Committente si è proceduto impostando una pavimentazione di tipo "semirigido" con una successione di strati dall'alto verso il basso nei tratti in rilevato e trincea così composta:

- strato di Usura in conglomerato bituminoso drenante: 5 cm;
- strato di Collegamento (Binder) in conglomerato bituminoso: 7 cm;
- strato di Base in conglomerato bituminoso: 25 cm;
- Strato di Fondazione in misto cementato: 25 cm;

Dal punto di vista tecnologico si è introdotto il concetto dei conglomerati bituminosi tiepidi che consentono la stesa con una temperatura più bassa rispetto ai conglomerati bituminosi tradizionali, con un'efficace riduzione del rilascio in atmosfera di fumi e composti organici volatili.

B.1.4 Descrizione delle principali opere del tracciato selezionato

B.1.4.1 Ponti e viadotti

Un'opera infrastrutturale come la Valdastico Nord con un considerevole sviluppo medio in viadotto pari a 4.572 m, pari a circa l'11,7% dell'intero sviluppo, ha richiesto un propedeutico studio per una scelta strutturale piuttosto di un'altra, tenendo conto in primis del contesto in cui le opere si vengono a calare, ma anche delle problematiche costruttive e della standardizzazione tecnologica che ne consegue, oltreché agli aspetti di durabilità e manutenzione delle opere.

Rispetto ad ipotesi presenti nel progetto del 1995 l'evoluzione tecnologica e costruttiva ha posto l'accento su come un buon processo costruttivo, accompagnato da un'efficace scelta tipologica di materiali e schemi strutturali, si trasformi in un contenimento i costi di costruzione e di esercizio: in questo senso per i viadotti che possono classificarsi come standard sono da preferirsi le più efficienti soluzioni a trave continua, tese alla riduzione di giunti, appoggi ed altri punti critici, ma anche delle altezze sezionali, incrementando nel contempo le caratteristiche di robustezza complessive con una minor deformabilità ed in un più contenuto effetto dei fenomeni di fatica. Va considerata poi la ripetitività delle opere che si susseguono lungo il tracciato che presentano un visibilità non tanto da chi percorre l'autostrada bensì dal contesto territoriale più prossimo: l'elemento ripetitivo rappresenta di per sé una prima lettura del rapporto opera/territorio, ovviamente dove risulta possibile proporre una tipologia ripetitiva, ma va da sé che alcuni contesti richiedono un "messaggio forte", o per l'importanza dell'attraversamento o per l'intervisibilità dell'opera.

Alla luce di queste considerazioni sono stati affrontati due contesti particolari legati all'attraversamento del torrente Astico con il viadotto Piovene e dell'Adige con il viadotto omonimo che hanno richiesto opere che escono dai canoni formali di un'opera "standard", mentre per tutti gli altri viadotti si è scelta una più semplice ed economica soluzione ripetitiva. Nel seguito si descrivono le soluzioni adottate per i tre casi elencati.

Opera		Carreggiata dir. Nord			Carreggiata dir. Sud		
		da p. km	a p. km	L (m)	da p. km	a p. km	L (m)
Viadotto	Piovene	819,00	1+ 109,00	290,00	834,00	1+ 109,00	275,00
Viadotto	Boiadori	3+ 870,00	4+ 350,00	480,00	3+ 810,00	4+ 350,00	540,00
Viadotto	Velo	6+ 240,00	6+ 925,00	685,00	6+ 240,00	6+ 940,00	700,00
Viadotto	Assa	12+ 289,00	12+ 394,00	105,00	12+ 279,00	12+ 384,00	105,00
Viadotto	Settecà	14+ 245,21	14+ 670,00	424,79	14+ 204,82	14+ 627,50	422,68
Viadotto	Molino	18+ 385,55	18+ 846,05	460,50	18+ 385,55	18+ 846,05	460,50
Viadotto	Posta 1	19+ 540,00	20+ 130,00	590,00	19+ 460,00	20+ 160,00	700,00
Viadotto	Posta 2	20+ 230,70	20+ 925,70	695,00	20+ 195,70	20+ 905,70	710,00
Viadotto	Ciechi	22+ 976,78	23+ 262,01	285,23	22+ 989,21	23+ 299,04	309,83
Viadotto	Adige	38+ 598,99	39+ 099,52	500,53	38+ 598,99	39+ 099,52	500,53

Tabella 22: viadotti e loro lunghezze

Viadotti tipologici

La soluzione “standard” che viene ripetuta sui viadotti autostradali prevede una struttura con impalcato misto acciaio-calcestruzzo, scelta che se da una lato permette di coprire un vasto range di lunghezze delle campate (da 35-40 m fino 80-90 m) con opportune altezze delle travi, dall’altro permette una particolare flessibilità nella scansione delle pile, consentendo il superamento dei vincoli territoriali presenti adottando un’unica tipologia strutturale. Il superamento del torrente Astico spesso accompagnato dalla stretta vicinanza della S.S. 350 o di altre viabilità provinciali o comunali rappresenta in modo esemplare questa problematica: il ricorso allo sfalsamento delle pile o l’obliquità delle stesse rispetto all’asse longitudinale dell’impalcato sono fatti conseguibili solo una struttura come quella adottata. 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.

La geometria della sezione d’impalcato prevede la soluzione bitrave a via di corsa *superiore*, con 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. La carpenteria metallica è interamente realizzata in acciaio tipo “Corten” per una migliore integrazione nel paesaggio e a beneficio della durabilità dell’opera: questo materiale garantisce inoltre adeguata durabilità con ridotti standard manutentivi.

L’impalcato è completato dalla sovrastante soletta collaborante in c.a. che sostiene la pavimentazione del piano di scorrimento autostradale.

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 che a spinta.

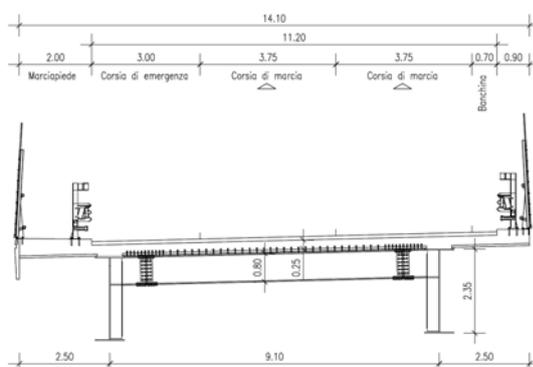


Figura 43: sezione tipologica dell’impalcato a struttura mista acciaio calcestruzzo per una carreggiata

Per quanto riguarda le pile si è proposta una doppia tipologia: per le pile alte la soluzione vede una sezione in calcestruzzo circolare cava con fusto svasato in sommità per accogliere gli appoggi dell'impalcato, scelta dettata dalla possibilità di attraversare un ampio alveo fluviale oggetto della divagazione periodica della corrente, che consente il minor disturbo al deflusso in tutti i casi di variabilità della direzione della corrente. Quando invece l'altezza delle pile risulta contenuta, allo scopo di 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.

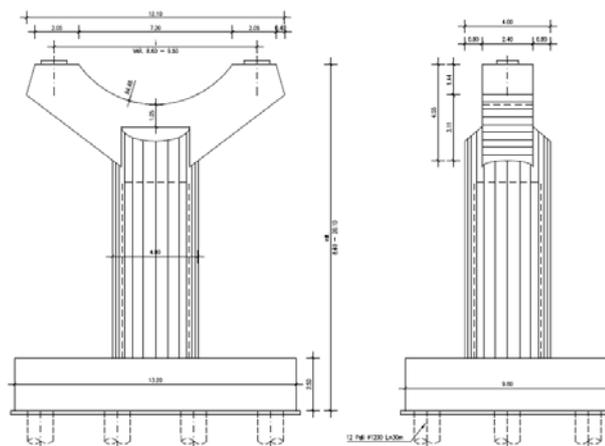


Figura 44: elementi geometrici della pila tipologica

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 a formare una sezione pseudo-circolare di dimensioni pari a quella del fusto della pila. Tale tipologia minimizza la larghezza della sezione investita dalla corrente e, di conseguenza, riduce il fenomeno di erosione localizzata del fondo alveo innescato dalla presenza della pila.

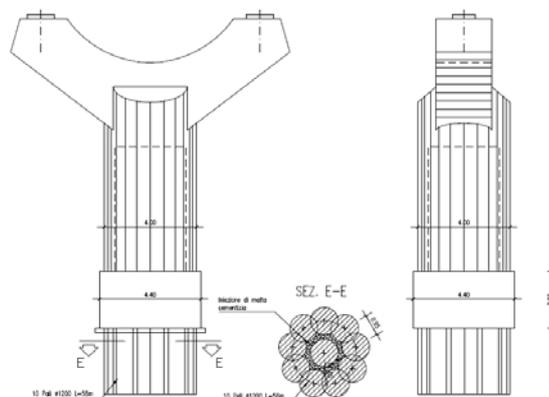


Figura 45: fondazioni speciali per le pile in golena del torrente Astico.

Viadotto Piovene

Il superamento della forra del torrente Astico circa alla progressiva km 0+925 m avviene attraverso un viadotto di sviluppo dell'ordine di 300 m, che corre ad un'altezza considerevole rispetto al torrente stesso.

Si tratta di due opere, una per ciascuna carreggiata, che presentano una notevole visibilità richiedendo che, al conseguimento di elevati standard di compatibilità paesaggistico-ambientale, vi sia un particolare sforzo volto a conferirgli un'estetica particolarmente significativa, quanto più "pulita" e lineare.

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 demandato al disegno delle pile a lama svuotate del volume centrale.

In tale quadro la ripartizione in luci è stata quindi ottimizzata al fine di evitare eccessi di spessore dell'impalcato, a cassone in c.a.p. ad altezza variabile, garantendo nel contempo il superamento della parte centrale e più incisa della forra del torrente Astico mediante un'unica campata di luce 110 m.

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.

Nel suo complesso la distanza fra gli assi delle spalle lungo la carreggiata Nord risulta nominalmente pari a 290 m e in 4 campate (luci di 50+65+110+65m), mentre, a causa dell'inclinazione planimetria del versante sud rispetto l'asse stradale, la distanza fra gli assi lungo la carreggiata Sud è più ridotta, e pari a 270 m (luci di 35+65+110+65m).

La sezione trasversale ha altezza variabile da un minimo di 2,70m ad un massimo di 6,60m all'imposta delle pile P2 e P3. Come evidenziato negli elaborati grafici, la soletta ed il cassone sottosporgente hanno larghezza rispettivamente pari a 13,80 e 9,10 m.



Figura 46: modellazione tridimensionale del viadotto Piovene



Figura 47: rendering del viadotto Piovene

Viadotto Adige

Il viadotto che collegherà 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 S.S. 12 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, che per giunta si colloca 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. Vi è 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 Autonoma di Trento attribuisce grande importanza. Questo aspetto ha richiesto di osservare adeguati franchi sugli argini stessi.

La scelta di fondo è 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 60-70 m. 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 e l'alveo inciso, richiede per contro di prevedere un'opera singolare, contraddistinta da una luce considerevole (ca. 140 m), collocata lungo un tratto di tracciato in curva, in leggera obliquità rispetto all'alveo e prossimo all'allargamento richiesto dagli delle piste di raccordo con la A22.

Queste premesse hanno portato ad ipotizzare diverse soluzioni strutturali/architettoniche, ottenendo degli scenari progettuali diversi, in termini di costi, impatti e qualità dell'opera, per quanto quest'ultimo aspetto sia affetto da una propria soggettività.

Si sono così considerate in particolare le seguenti ipotesi di lavoro:

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

La **soluzione ad arco**, o meglio ad archi, a via di corsa inferiore e spinta eliminata dall'impalcato, sembra identificare una soluzione 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.

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 oltre che per semplici motivi di natura geometrica, anche dal necessario coinvolgimento statico delle luci laterali. L'opera, complessivamente lunga poco meno di 280 m (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 in assenza di una progettazione di dettaglio, è in ogni modo palese come l'economicità dell'intervento, risulti severamente viziata dalle citate caratteristiche di irregolarità geometrica che rendono non ottimale 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+68 m ca. 280 m), le ipotesi, per quanto verosimilmente più economiche rispetto alle precedenti, si rivelano certamente conflittuali con la presenza dei 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 3 ad un massimo di 5m) da rendersi incompatibile con i tracciati altimetrici di raccordo con la A22.

Ciò premesso, la soluzione ad arco su 140 m 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 45 m 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 di 50 m circa) che costituiscono i due sovrappassi di svincolo e quello della viabilità locale posto poco più a nord.

Per meglio identificare l'opera nelle sue forme tridimensionali, oltre agli usuali rendering, è stato realizzato un modello in scala in modo da visualizzare ed apprezzare l'architettura dell'opera proposta.



Figura 48: foto del modello reale in scala della campata ad arco sul fiume Adige

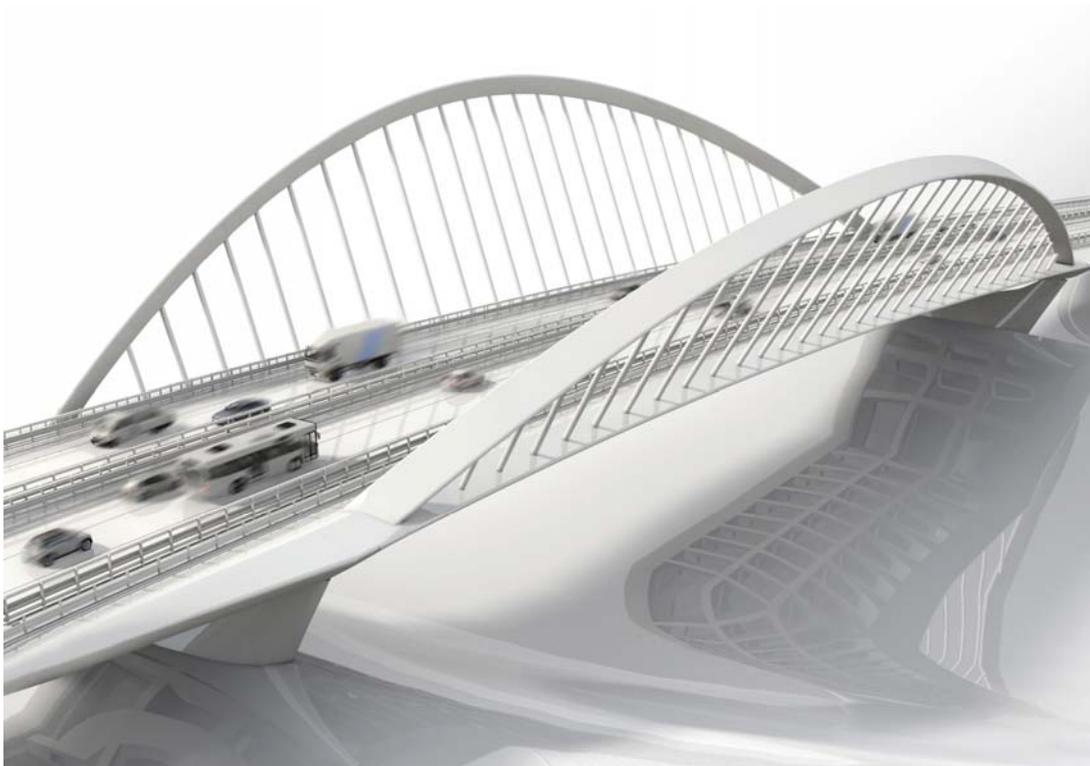


Figura 49: rendering del viadotto Adige nel tratto di sovrappasso del fiume

B.1.4.2 Gallerie naturali

Generalità

Le difficoltà orografiche del territorio interessato dall'opera, le geometrie autostradali unite all'esigenza di rispettare il territorio hanno portato ad avere un notevole sviluppo in sotterraneo del tracciato, con la presenza di otto gallerie naturali di lunghezza compresa tra i 700 m ed i 15.000 m, tutte monodirezionali a doppia canna, costituite una carreggiata di dimensioni e caratteristiche analoghe a quella all'aperto. Nella tabella seguente si riportano le varie gallerie con le rispettive progressive e lunghezze in carreggiata nord e sud.

Opera	Carreggiata dir. Nord			Carreggiata dir. Sud		
	da p. km	a p. km	L (m)	da p. km	a p. km	L (m)
Galleria S. Agata	2+820,00	3+810,00	990,00	2+820,00	3+790,00	970,00
Galleria Cogollo	7+400,00	8+960,00	1.560,00	7+420,00	8+624,97	1.204,97
Galleria Costa del Prà	9+075,00	9+930,00	855,00	9+108,00	9+825,00	717,00
Galleria Forte Corbin	10+070,00	12+280,00	2.210,00	10+150,00	12+269,96	2.119,96
Galleria Pedescala	12+410,00	14+160,00	1.750,00	12+400,05	14+134,90	1.734,85
Galleria S. Pietro	14+730,00	18+237,10	3.507,10	14+690,90	18+277,10	3.586,20
Galleria Pedemonte	21+115,14	22+964,71	1.849,57	21+140,14	22+954,71	1.814,57
Galleria Valico	23+279,81	38+419,81	15.140,00	23+295,00	38+374,81	15.079,81

Tabella 23: gallerie naturali e loro lunghezze

Tutte le gallerie sono monodirezionali con geometria del fornice che prevede nel caso di scavo in tradizionale, con sezione policentrica, è previsto un raggio di intradosso pari a 6,55 m per calotta e piedritti e 13,50 m per l'arco rovescio, mentre nel caso di scavo meccanizzato, con sezione perfettamente circolare, il raggio di intradosso è ovviamente unico e pari a 6,50 m.

La carreggiata è delimitata da profili ridirettivi tipo New Jersey prefabbricati o gettati in opera a ridosso dei piedritti della galleria stessa, in modo da poter alloggiare anche i vari cavidotti per gli impianti.

Nelle gallerie non sono previste piazzole di sosta sulla scorta dei disposti normativi di cui al D. Lgs 264/2006 "Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale trans europea", norma che nel caso la larghezza totale della parte di galleria accessibile ai veicoli, escluse eventuali zone sopraelevate e le corsie normali è pari ad almeno la larghezza di una corsia normale. Per ottemperare a questa prescrizione è stata infatti allargata la banchina in sinistra al valore pari a 0,75 m in modo che dalla larghezza complessiva di 11,25 m se si tolgono le larghezze delle corsie (7,50 m) rimane un netto di 3,75 m pari alla dimensione del modulo corsia normale.

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

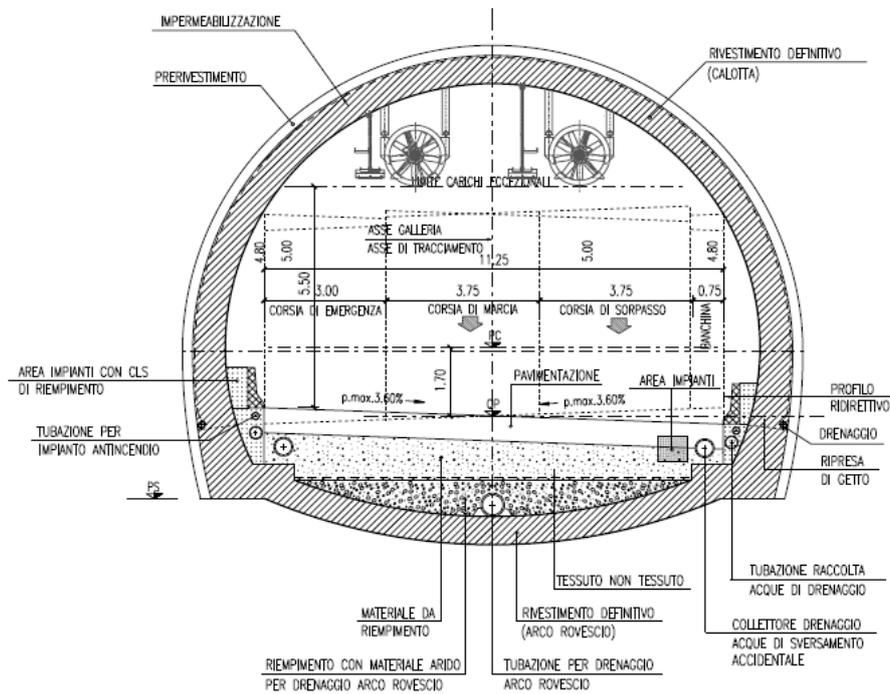


Figura 50: sezione tipo in galleria naturale con scavo tradizionale

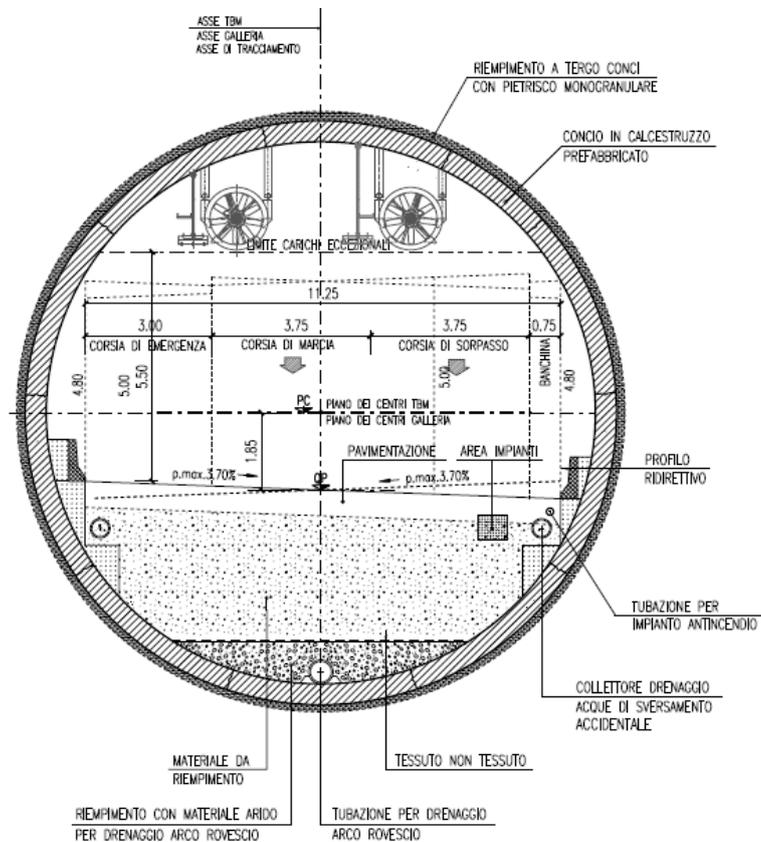


Figura 51: sezione tipo in galleria naturale con scavo meccanizzato

Per tutte le opere in sotterraneo di lunghezza maggiore di 1.000 m (quindi ad eccezione della galleria Costa del Prà di lunghezza 855 e 717 m rispettivamente per la carreggiata dir. nord e sud) sono previsti collegamenti trasversali sia di tipo pedonale che tipo carrabile con interasse rispettivamente di 300 m e 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, separati da un setto in c.a.

Galleria Valico

La galleria di Valico è senza dubbio l'opera di importanza maggiore, sia per le complessità costruttive civili ed impiantistiche, sia per l'impegno di spesa e per i tempi di realizzazione.

Si è deciso di intervallare i by pass pedonali, per garantire un accettabile livello di sicurezza, ad un interasse di 250 m anziché di 300 m. 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 o altro. In corrispondenza della galleria Valico sono presenti ulteriori 5 by pass per l'ubicazione delle cabine elettriche ed altri 4 ad uso dell'impianto di filtrazione.

Per contenere i tempi di costruzione dell'opera è stato ipotizzato a differenza di tutte le altre gallerie di procedere con l'ipotesi di scavo meccanizzato con fresa a piena sezione. Oltretutto poiché i fornici sono due è previsto l'impiego di due macchine di scavo, entrambe con partenza dal settore trentino verso quello veneto, in modo da poter scavare le gallerie in salita e, soprattutto, per la cantierizzazione è decisamente più agevole con questa impostazione.

Le macchine per lo scavo meccanizzato sono infatti di dimensioni notevoli, sia in sezione trasversale che in sezione longitudinale, richiedendo notevoli spazi per il montaggio, per l'approvvigionamento di materiali e dei conci prefabbricati del rivestimento e per le operazioni di smarino. Tali spazi sul versante veneto non sono disponibili poiché immediatamente prima dell'imbocco è presente l'alveo del torrente Astico.

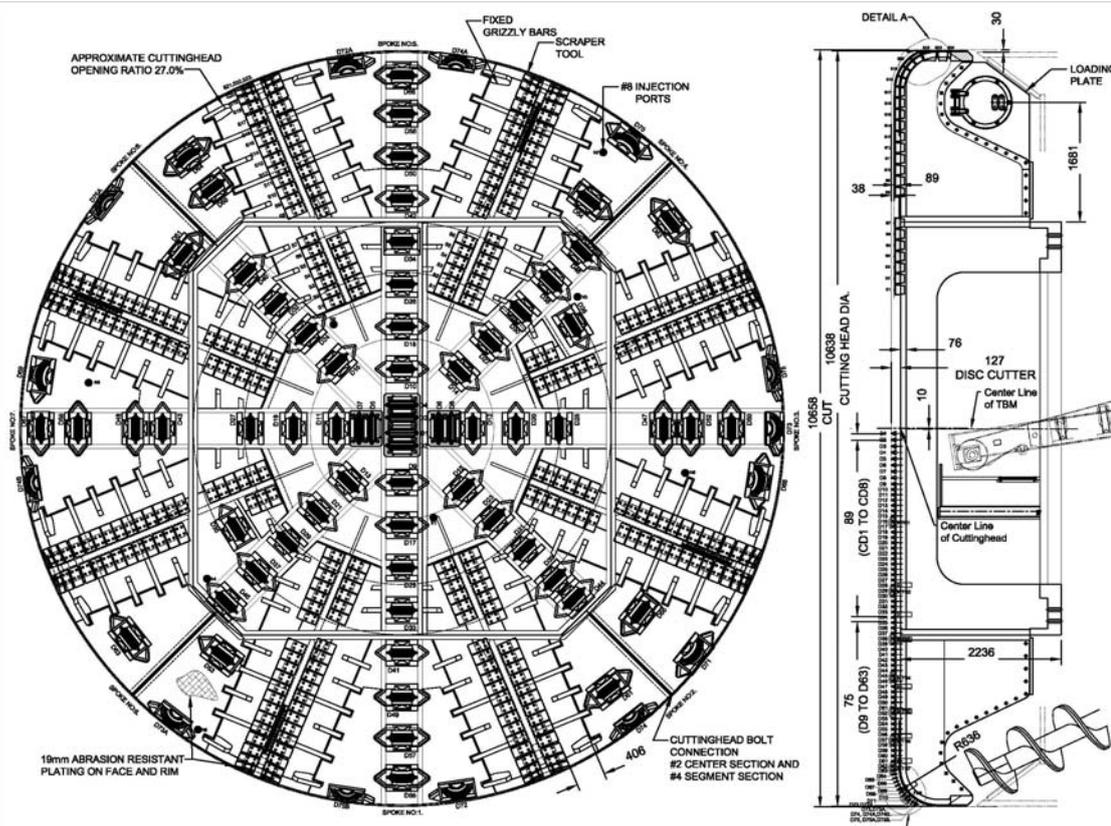


Figura 52: schema di una fresa utilizzata per lo scavo in sotterraneo a piena sezione

Aspetti relativi alle metodologie di scavo

Le tecniche di scavo delle opere in sotterraneo sono state affrontate tenendo conto delle condizioni geologiche e geomeccaniche degli ammassi attraversati e delle problematiche relative alla cantierizzazione e delle relative operazioni, anche alla luce delle possibili economie di scala che ne possono risultare. Vanno inoltre considerati come elemento critico del percorso decisionale gli aspetti legati alle tempistiche costruttive, come è infatti descritto nel capitolo relativo al cronoprogramma di progetto.

Il tracciato dal punto di vista delle metodologie di scavo si può considerare suddiviso in tre parti, come si evince anche dai profili geologici e geomeccanici a cui si rimanda per ulteriori elementi:

- da Piovene Rocchette a Velo d'Astico si interessano depositi fluvio-glaciali ed alluvionali, prevalentemente ghiaioso sabbiosi, o più limitatamente detritici. In questi materiali sono previste le gallerie S. Agata e Velo;
- 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 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; litologicamente si tratta di dolomie, calcari, calcari marnosi, peliti ed arenarie.

Il progetto prevede, come detto, la realizzazione di 8 gallerie: di queste si prevede di realizzare le prime 7 provenendo da sud con la metodologia di scavo tradizionale, mentre l'ultima, la galleria Valico, è prevista con lo scavo meccanizzato.

La scelta di realizzare le prime 7 gallerie in tradizionale è legata a diversi fattori. Innanzitutto la loro lunghezza: infatti, a parte la galleria S. Pietro lunga circa 3.500 m, tutte le altre presentano lunghezze massime attorno ai 2.000 m, facendo perdere significato economico e temporale all'opzione scavo meccanizzato: infatti con un "attacco" da più fronti il sistema tradizionale risulta più competitivo. 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 si accompagna con una macchina da roccia e che dovrebbero essere scavati in tradizionale o consolidati per consentire il funzionamento della macchina stessa.

Vi sono poi diverse problematiche legate alla cantierizzazione: da un lato spesso gli imbocchi sono ubicati in zone anguste con spazi antistanti molto ristretti e di difficile accessibilità che non risultano compatibili con le esigenze di queste macchine che necessitano di ampi piazzali, non solo per il lancio delle medesime ma anche per garantirne un'efficace funzionalità (per esempio per lo stoccaggio dei conci, le operazioni legate all'allontanamento dei materiali scavati, ecc.). Dall'altro portare una macchina delle dimensioni richieste attraverso la Valdastico sarebbe particolarmente problematico, a meno di non smontarla in piccole parti per poi montarla in corrispondenza degli imbocchi, con un aggravio di costi e tempi non proponibile.

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 2 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 scavare altre gallerie.

Per quanto riguarda le sezioni di avanzamento in tradizionale sono state previste n. 7 sezioni di intervento, variabili in funzione delle condizioni geomeccaniche dell'ammasso attraversato.

Ciascuna sezione è stata computata e applicata per uno sviluppo come riportato nei profili geomeccanici, potendo in questo modo formulare una ragionevole ipotesi di costo dell'opera in funzione delle conoscenze delle condizioni meccaniche delle formazioni rocciose attraversate.

B.1.4.3 Gallerie artificiali

Lungo il tracciato della A31 nord, per diverse motivazioni, sono presenti alcune gallerie artificiali elencate nella tabella seguente:

Opera		Carreggiata dir. Nord			Carreggiata dir. Sud		
		da p. km	a p. km	L (m)	da p. km	a p. km	L (m)
Galleria	Velo	7+ 070,00	7+ 210,00	140,00	7+ 099,99	7+ 160,00	60,01
Galleria	Molino	19+ 310,00	19+ 510,00	200,00	-	-	-

Tabella 24: gallerie artificiali e loro lunghezze

Si procede con una breve descrizione della tipologia strutturale e delle motivazioni che hanno portato ad inserire l'opera nel tracciato autostradale.

Galleria Velo

Superato il torrente Astico con il viadotto Velo, il tracciato autostradale inizia ad interfacciarsi con l'orografia del territorio caratterizzata da un paesaggio con forti caratteristiche prealpine, dove pareti quasi verticali spesso si trovano accompagnate da pendii in detrito che presentano una forte acclività.

Nel caso della galleria Velo il tracciato interessa una prominenza di un versante detritico, richiedendo il ricorso ad opere di sostegno significative. Nel tratto ove queste risultano con un'altezza maggiore si è ipotizzato di realizzare la galleria Velo, in modo da contenere sia l'aspetto visivo delle pareti di sostegno, sia di offrire un contrasto al versante decisamente più efficiente e più sicuro di quanto la sola opera di sostegno potesse garantire.

La sezione ipotizzata ha previsto una policentrica in luogo della più usuale forma rettangolare, in funzione dell'elevato ritombamento necessario a ripristinare la geometria del versante originario. La geometria interna della sezione è quella già prevista per gli imbocchi (in artificiale) delle gallerie naturali, in modo da utilizzare la medesima cassetta.

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, risultando necessaria per le stesse motivazioni della galleria Velo. A differenza di quest'ultima però non è stato ipotizzato il ricorso alla sezione circolare, ma alla sezione scatolare con copertura a travi prefabbricate in c.a.p.

Data la forte pendenza del versante e l'entità degli scavi provvisori 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. Al fine di conseguire un migliore inserimento visivo dell'opera nel contesto di riferimento, è stata prevista la finitura della parete in vista della galleria con pietra locale, ottenendo quell'effetto di mimesi che ripete il motivo delle pareti in roccia a nudo presenti non solo in corrispondenza delle cave della valle ma anche di naturali superfici pressoché verticali tipiche del contesto.

B.1.4.4 Edifici e strutture a corredo dell'opera

Trattandosi di un'opera autostradale lungo il tracciato sono previste delle opere che sono state identificate come "Edifici e strutture a corredo dell'opera" che comprendono:

- edifici e coperture dei caselli di esazione di Velo d'Astico e Valle dell'Astico;
- aree di servizio Astico e Lavarone
- centri di manutenzione di Valle dell'Astico e Besenello.

L'architettura proposta per tutte le strutture presenti nei caselli, nei centri di manutenzione e nelle aree di servizio, va a riprendere quello che è l'elemento naturale che identifica la valle: il torrente Astico con il suo greto formato da ciottoli e sassi con forme piatte e tondeggianti, simboleggia la naturalità del contesto e le architetture propongono, in analogia ai ciottoli, un'apparente distribuzione casuale di elementi di copertura che ne ricordano le forme ed i colori.



Figura 53: l'Astico come elemento caratterizzante delle forme architettoniche proposte

Nella descrizione si procederà considerando i seguenti tre elementi che raggruppano almeno in parte le opere sopra elencate.

Casello di Velo d'Astico ed aree 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. Le aree di servizio si fronteggiano ai lati dell'autostrada e sono poste a sud della zona riservata al casello.

Seppur la realizzazione delle aree verrà affidata ad un sub concessionario, il progetto contiene uno schema propositivo del lay-out da assegnare alle stesse, in armonia con gli altri

concetti architettonici di caselli e centri di manutenzione, ripetendo un "concept" che diviene una linea guida dell'intera architettura dell'opera.

Le due aree occupano rispettivamente superfici dell'ordine di 27.000 e 36.000 metri quadrati, prevedendo al loro interno aree di sosta e parcheggio, un autogrill e un'area carburanti, con la distinzione tra le aree dedicate ai mezzi leggeri ed a quelli pesanti.

L'area ovest prevede un'organizzazione con accesso dalla decelerazione che conduce anche al casello di Velo d'Astico, con uno schema a circuitazione che sposta il traffico 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, a cui affrisce l'area dei carburanti ad essi riservata.

Nella parte centrale dell'area di sosta si trova l'area di ristoro e gli spazi di servizio annessi, concepita come un insieme di fabbricati il cui elemento di giunzione, non solo nel formalismo architettonico, è rappresentato 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 far gli animali domestici. 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 gli spogliatoi dei dipendenti una zona a disposizione per un piccolo snack bar o punto commerciale.

L'area di servizio est è strutturata in maniera del tutto analoga, le uniche differenze legate alla diversa forma geometrica dell'area: vengono mantenute inalterate le funzioni di area carburanti e di parcheggio (distinte per mezzi leggeri e pesanti), l'area per i servizi alla persona (autogrill e ristorazione) e le aree a verde.

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 54: rendering delle proposte di arredo delle aree di servizio Astico

Per quanto riguarda il casello di Velo d'Astico questo risulta composto da 3 porte in ingresso all'autostrada e 4 porte in uscita dall'autostrada, con l'area di esazione coperta con le analoghe strutture e forme già descritte in precedenza. Le porte laterali, una in ingresso ed una in uscita, sono compatibili con l'utilizzo delle stesse da parte dei mezzi eccezionali. Inoltre la porta centrale, di tipo reversibile, potrà a discrezione del Concessionario essere utilizzata in un verso o nell'altro in funzione della componente di traffico maggiore in entrata o in uscita.

In affiancamento all'area di esazione è previsto un edificio di stazione con vista sulle piste esazione, corredato da 1 ufficio per il personale di casello, 1 stanza per cucina/mensa, servizi igienici per maschi e femmine, spogliatoio, 1 locale da adibire a deposito/magazzino, servizi igienici per il pubblico accessibili dall'esterno oltre a locali tecnici per impianti di casello eventualmente collocati in un piano interrato. E' prevista l'accessibilità dei dipendenti dalla viabilità esterna con una piccola area coperta per lo stazionamento dei loro mezzi.

Sia in corrispondenza del casello che delle aree di servizio sono previste apposite cabine elettriche per l'alimentazione degli impianti relativi.

Casello e centro di manutenzione di Valle dell’Astico, area di servizio Lavarone

Tra il chilometro 18.00 e il chilometro 19.00 del tracciato di progetto, di fronte al viadotto Molino, nell’attuale area di cava posta in sponda sinistra del torrente Astico, è ubicato un complesso di superfici/edifici che concorrono a realizzare:

- svincolo di Valle dell’Astico;
- centro di manutenzione di Valle dell’Astico;
- area di servizio Lavarone.

Lo svincolo si collega alla S.S. 35° tramite una doppia rotatoria, schema che ha permesso non solo il collegamento stradale principale ma anche la connessione con il centro di manutenzione, con l’area di servizio (quest’ultima raggiungibile non dall’autostrada ma dall’esterno) e con la viabilità che conduce verso est a Valdastico e verso ovest a Pedemonte. L’elemento caratteristico anche in questo caso è rappresentato dagli elementi di copertura che riprendono il “concept” dell’alveo dell’Astico on i ciottoli piatti e tondeggianti.

L’area di servizio (con superficie di circa 12.000 mq) si presenta, come detto, con uno schema un po’ anomalo in quanto il suo posizionamento risulta all'esterno del tracciato autostradale: questo rappresenta però nel contempo un vantaggio poiché ne lascia la fruibilità oltre agli utenti autostradali alla cittadinanza locale. L’ubicazione strategica verso i comprensori di Folgaria e Lavarone rappresenta anche la possibilità di divenire un punto di ritrovo turistico, valorizzando sia la funzione autostradale che dell’area di servizio stessa.

Trovano ubicazione nell’area di servizio un’area carburanti (distinta per i mezzi leggeri e quelli pesanti), un piccolo servizio di ristorazione mediante una palazzina posta in posizione sopraelevata con ampia finestratura verso sud – valle dell’Astico.



Figura 55: simulazione dell’area dello svincolo di Valle dell’Astico

Seppur come per le aree di servizio Astico non sia previsto in progetto la costruzione delle stesse ma che queste vengano date in sub concessione, il progetto contiene questi elementi propositivi se non altro per conferire una sorta di “linguaggio” a questi importanti elementi di arredo dell’opera autostradale, in modo da avere una coerenza di forme, colori ed architettura che inevitabilmente altrimenti andrebbe persa. La valorizzazione delle aree di servizio come elementi di riqualificazione e ricucitura ambientale è una possibilità che la moderna progettazione autostradale deve conseguire, evitando opere massive a forte impatto che non trasmettono nessuna positività al territorio.

Il centro di manutenzione (superficie di circa 18.000 mq) trova una collocazione logica in quest’area perché in posizione baricentrica rispetto allo sviluppo autostradale, con facilità di intervento anche nei confronti della vicina galleria di Valico. L’organizzazione del centro di manutenzione parte dall’idea di avere a disposizione ampi piazzali, posizionati ad una quota inferiore di circa 2 m rispetto al vicino casello di esazione pedaggi, in modo da concorrere alla sua mitigazione visiva.

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 verso il casello.

Si trova nel centro un edificio composto da diversi corpi che comprende gli spogliatoi e i servizi per il personale di servizio, alcuni uffici, 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 veicoli 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.

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.

Infine nell'area è prevista un'area per l'atterraggio di elicotteri in modo da fornire un'ulteriore possibilità di intervento da parte delle forze dell'ordine, dei VV.FF o del pronto soccorso in caso di gravi emergenze che possono insistere lungo lo sviluppo autostradale.



Figura 56: rendering dell'area del centro di manutenzione e casello di valle dell'Astico ed area di servizio Lavarone, con in primo piano vista anche del viadotto autostradale Molino

Per quanto riguarda il casello l'organizzazione è la medesima di quello di Velo d'Astico: l'area di esazione risulta composta da 3 porte in ingresso all'autostrada e 4 porte in uscita dall'autostrada, coperta con le analoghe strutture e forme già descritte in precedenza. Le porte laterali, una in ingresso ed una in uscita, sono compatibili con l'utilizzo delle stesse da parte dei mezzi eccezionali. Inoltre la porta centrale, di tipo reversibile, potrà a discrezione del Concessionario essere utilizzata in un verso o nell'altro in funzione della componente di traffico maggiore in entrata o in uscita.

In affiancamento all'area di esazione è previsto un edificio di stazione con vista sulle piste esazione, corredato da 1 ufficio per il personale di casello, 1 stanza per cucina/mensa, servizi igienici per maschi e femmine, spogliatoio, 1 locale da adibire a deposito/magazzino, servizi igienici per il pubblico accessibili dall'esterno oltre a locali tecnici per impianti di casello eventualmente collocati in un piano interrato. E' prevista l'accessibilità dei dipendenti dalla viabilità esterna con una piccola area coperta per lo stazionamento dei loro mezzi.



Figura 57: rendering del casello di Valle dell’Astico

Centro di manutenzione di Besenello

Il centro di manutenzione di Besenello si trova presso lo svincolo di interconnessione con la A22, occupando una superficie di circa 10.000 mq. La possibilità di un’ulteriore centro di manutenzione è apparsa un elemento interessante per la conformazione dell’autostrada: la presenza della lunga galleria di Valico di fatto spezza in due grandi tronconi l’infrastruttura, richiedendo così una duplice possibilità di intervento manutentivo, soprattutto invernale. In questo modo, seppur il centro abbia dimensioni inferiori a quello di Valle dell’Astico, permette di disporre su questo lato dei mezzi che garantiscono la manutenzione invernale evitando il lungo percorso a vuoto di 15+15 km dei mezzi stessi se questo non fosse previsto.

La sua configurazione si distingue nettamente dalle strutture architettoniche presenti lungo la valle dell’Astico, sia perché il contesto di riferimento è notevolmente diverso, sia perché la sensibilità del territorio impone una scelta che tenda a minimizzare l’impatto visivo dell’opera. In questo senso 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, realizzando un’area ed i locali di ricovero ed uffici interamente interrati.

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, disponibili l’uno per il Concessionario, uno per le ditte che eseguiranno

le attività manutentive ed uno a disposizione delle forze di pubblica sicurezza o dei vigili del fuoco se verrà ritenuto necessario. In questo modo verrà garantita anche la sorveglianza della lunga galleria anche su questo versante.

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.



Figura 58: rendering del centro di manutenzione di Besenello

B.1.4.5 Dotazione impiantistica

Il progetto di un'autostrada somma una serie di aspetti multidisciplinari che non riguardano le sole opere civili, per quanto queste siano preponderanti al solo livello economico, ma anche le dotazioni impiantistiche, da un lato per la continua evoluzione sia delle tecnologie che delle normative di riferimento, dall'altro per le caratteristiche della A31 nord dove una quota parte significativa del tracciato viene a svilupparsi in sotterraneo.

A questo si accompagnano le esigenze impiantistiche delle strutture di servizio (edifici di casello, centri di manutenzione) e gli standard del concessionario che assommano un quadro di riferimento per il progetto che nel seguito viene sintetizzato ma che necessita di un approfondimento negli elaborati specifici per una più chiara definizione degli aspetti puntuali.

Le scelte progettuali 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 con criteri di operatività e di tempestività, sia in sede stradale che 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.

In riferimento a queste problematiche la progettazione è stata 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.

La dotazione impiantistica, fatte salve le premesse sulle modalità progettuali, può essere suddivisa in tre grandi capitoli che riflettono le caratteristiche del proseguimento a nord della A31:

- impianti in galleria;
- impianti all'aperto;
- impianti per le strutture di servizio.

Impianti in galleria

Il significativo sviluppo del tracciato in sotterraneo da un lato, unitamente alla presenza della galleria estremamente lunga dall'altro (quasi 15 km), determina una particolare attenzione all'impiantistica in galleria.

Nei tratti in sotterraneo sono presenti a titolo di elenco i seguenti impianti:

- di illuminazione ordinaria, di sicurezza e di emergenza;
- TLC e regolazione del flusso luminoso apparecchi;
- di ventilazione meccanica di tipo longitudinale;
- all'interno delle vie di fuga (by-pass pedonali);
- di pressurizzazione dei by-pass;
- ritrasmissione del canale radio;
- di segnalazione soccorso;
- TVCC e di controllo traffico;
- di rilevazione e di spegnimento incendi;

- cartellonistica retroilluminata interna alla galleria;
- semaforici all'ingresso;
- di telecontrollo e trasmissione dati;
- di alimentazione da rete e di emergenza e di sicurezza;
- di filtrazione delle polveri.

Impianti all'aperto

I tratti all'aperto risultano più "standard" rispetto ai tratti in sotterraneo sia perché le problematiche sono diverse (soprattutto in condizioni di emergenza), sia perché si tratta di impianti usuali nella pratica autostradale. Amò di elenco gli impianti previsti sono:

- di illuminazione stradale degli svincoli;
- di illuminazione stradale delle barriere di esazione;
- sostegni tipo a "sicurezza passiva" per punti luce su palo;
- di TLC e regolazione flusso luminoso apparecchi illuminanti;
- segnalazione antinebbia degli svincoli;
- SOS in itinere esterno ai fornici di galleria;
- di videosorveglianza e controllo traffico;
- radio istituzionale;
- pannelli a messaggio variabile;
- di telecontrollo e trasmissione dati;
- alimentazione elettrica per stazioni di pompaggio;
- alimentazione elettrica da rete, in emergenza e di sicurezza;

Impianti per le strutture di servizio

Lungo lo sviluppo dell'autostrada sono previsti due caselli per l'esazione pedaggi e due centri di manutenzione per il concessionario, con la presenza di fabbricati con luoghi di lavoro e postazioni per il personale. All'interno di queste strutture sono previsti per gli usi civili impianti elettrici per l'illuminazione, il condizionamento e l'alimentazione di apparecchiature elettriche, impianti meccanici ed il cablaggio strutturato.

B.1.4.6 Le opere di mitigazione ambientale

Opere a verde

La progettazione di un'opera complessa come un'autostrada in un ambito territoriale nel quale la variabilità e la sensibilità dei contesti ambientali risulta continuamente variabile, diviene un processo multidisciplinare nel quale, accanto a tutto quel che viene considerato ingegneria stradale nella sua accezione più ampia (opere civili ed impiantistiche), assume un valore strategico l'impostazione delle opere di mitigazione ambientale. Il legame che si viene a realizzare tra l'opera e l'ambiente in cui si inserisce deve assumere un ruolo positivo, un elemento di paesaggio gradevole ed apprezzabile, superando quell'impostazione che le opere di mitigazione venivano un tempo pensate e progettate come elemento posticcio al termine della progettazione infrastrutturale.

Nel caso della A31 Nord il processo è stato avviato in parallelo stabilendo i criteri che hanno condotto al risultato finale in maniera sinergica tra le due discipline.

Il percorso metodologico si è svolto seguendo nello specifico i seguenti punti:

- definizione delle categorie di intervento: interventi di inserimento paesaggistico e di mitigazione, interventi di ricucitura, interventi per la mitigazione e il ripristino delle attività di cantiere, interventi multifunzionali per gli imbocchi in galleria, opere di deframmentazione ecosistemica e aree umide;
- identificazione planimetrica delle categorie di intervento;
- definizioni di sezioni tipologiche dell'infrastruttura rappresentative delle casistiche degli interventi da normare;
- definizione di tipologie di interventi possibili (con i relativi sesti di impianto contenenti anche le specie vegetazionali) da utilizzarsi per tutto il tracciato;
- individuazione delle tipologie degli interventi integrati (protezione acustica, progetti ambientali di compensazione, ambiti di intervento) da svilupparsi poi in maniera dettagliata nelle fasi successive di progettazione.

L'individuazione degli interventi di ri-ambientalizzazione e ri-naturalizzazione è ispirato non solo a ridurre le criticità proprie dell'opera ma anche ad affrontare quelle da essa indipendenti e quindi a sviluppare le opportunità di riassetto rurale, ecologico e paesaggistico che la realizzazione dell'opera e delle previsioni mitigative e compensative potrà determinare.

Per esempio, lungo i tratti in trincea aperta, un ruolo fondamentale di carattere sinergico sull'abbattimento delle pressioni ambientali indotte, deve essere conferito ai corridoi laterali di mitigazione integrata, con funzioni filtro, controllo dell'inserimento percettivo e paesaggistico.

Per quanto attiene gli interventi di mitigazione paesaggistico - ambientale la delineazione delle classi tipologiche è basata sulle indagini floristico - vegetazionali, ecosistemiche e percettivo - paesaggistiche eseguite nelle analisi dello studio ambientale interdisciplinare complessivo sviluppato sull'opera infrastrutturale. La tipologia degli interventi paesaggistico - vegetazionali, tendendo all'incremento della biodiversità, è finalizzata alla costituzione di nuove unità ecosistemiche in grado di svolgere funzioni polivalenti di riduzione dei fattori di impatto derivanti dalla realizzazione della infrastruttura lineare:

- funzioni filtro nei riguardi sia di inquinanti atmosferici, sia dell'ambiente acquifero sia del rumore;
- fasce per la connettività lungo i corridoi di transito dei tracciati;
- areali puntuali boscati con funzione di compensazione e di "stepping zone" della rete ecologica territoriale;
- riqualificazione e ricostruzione paesistica.

Il progetto delle opere di mitigazione sviluppa delle specifiche sezioni tipologiche in funzione delle caratteristiche della infrastruttura (in trincea, in rilevato, in viadotto, imbocco galleria), in diretta connessione con le funzionalità progettuali determinate, in relazione alle situazioni ambientali di inserimento del corridoio di transito e delle relative necessità di mitigazione indotte.

All'interno dei piani espropriativi dell'opera sono state considerate le necessità di sistemazione paesaggistico - ambientale con l'acquisizione delle necessarie aree di mitigazione.

Opere di mitigazione acustica

Le opere di mitigazione acustica riguardano al fase di esercizio e la fase di cantiere per la costruzione dell'opera.

In generale gli interventi di mitigazione possibili per ridurre l'impatto in corrispondenza dei ricettori possono catalogarsi in tre distinte categorie:

- a) barriere acustiche;
- b) pavimentazione fonoassorbente;
- c) interventi diretti mediante utilizzo di adeguati serramenti e/o materiali fonoisolanti.

All'alternanza di più tipologie di barriere si è preferita una soluzione unica e flessibile che rispondesse alle esigenze acustiche emerse dallo studio acustico, che fosse esteticamente apprezzabile e che tenesse conto della esigenza sempre più spesso richiesta di utilizzo di materiali riciclati e riciclabili.

La ricerca su tipologie di barriere di nuova realizzazione che utilizzassero materiali ecocompatibili ha condotto alla scelta di una barriera ecologica in pannelli antirumore in plastica mista riciclata (e riciclabile) al 100%. Le barriere in plastica riciclata e PMMA sono di tipo modulare. I moduli hanno larghezza fissa pari a 3 metri e altezza variabile, sulla base della progettazione acustica. L'altezza necessaria è ottenuta tramite l'assemblaggio di moduli rettangolari in plastica riciclata con altezza pari a 2-2,5 metri e larghezza fissa pari a 3 metri e moduli in PMMA di altezza pari a 1 metro e larghezza 3 metri.

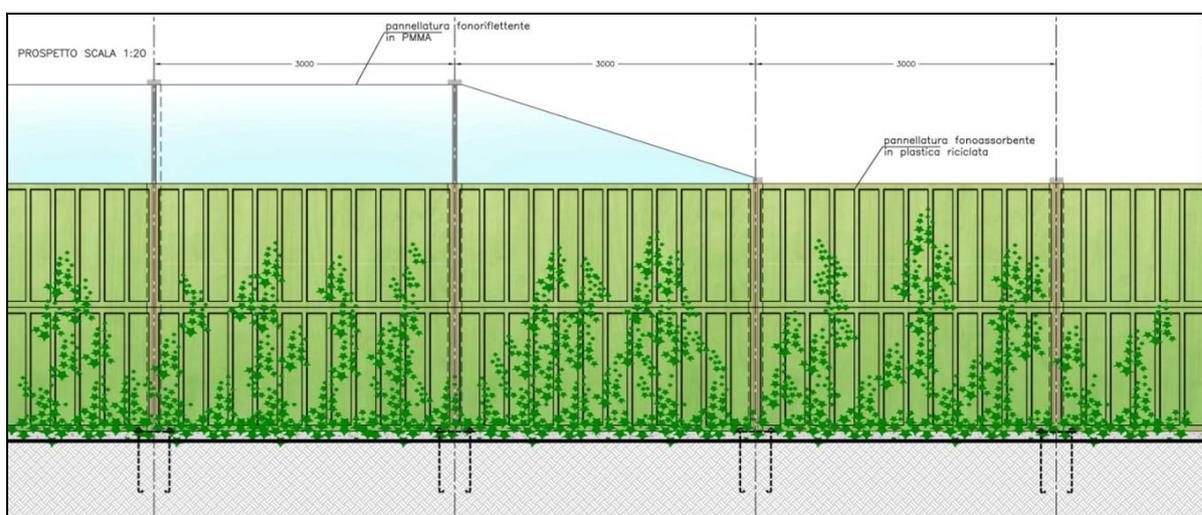


Figura 59: Tipologico barriera antirumore in plastica riciclata e PMMA

L'impatto visivo dei pannelli, nella colorazione scelta, ricorda il legno con superficie opaca restituendo così la sensazione di un materiale naturale e garantendo una maggiore inseribilità nel contesto ambientale.

La barriera antirumore in plastica soddisfa, grazie alle sue caratteristiche tecniche, molte delle esigenze progettuali che ci si trova ad affrontare.

I principali vantaggi dei pannelli in plastica riciclata:

- Protezione elettrica: i componenti in plastica non necessitano di collegamenti equipotenziali e di messa a terra;
- Corrosione: il prodotto non è suscettibile a corrosione, neppure in presenza di correnti parassite, pertanto non necessita di protezioni superficiali anticorrosive o di isolamenti elettrici;
- Sicurezza: il materiale è elettricamente isolante, pertanto avvantaggia le condizioni di sicurezza durante le operazioni di manutenzione alle linee di tensione;
- Durabilità: l'allontanamento della superficie esterna dal materiale fonoassorbente evita il ristagno d'acqua e favorisce la circolazione dell'aria per ventilazione naturale all'interno del pannello;
- Elevato fonoassorbimento: l'aumento dell'efficacia acustica è dato per effetto di un incremento dello spessore del pannello e per la creazione di cavità risonanti.

B.2 FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO ED INDAGINI ESEGUITE E DISPONIBILI

B.2.1 Studio del traffico

Il progetto preliminare succede allo studio dei possibili tracciati alternativi che contemplavano 6 ipotesi di tracciato, accomunate dalla stessa origine a Piovene Rocchette ma con un diverso attestamento lungo la A22.

Dal punto di vista funzionale l'infrastruttura si inserisce nel contesto del corridoio 1 (Berlino-Palermo) e del corridoio 5 (Lisbona-Kiev), ampliando il ruolo territoriale non più al limitato contesto locale, ma implementando relazioni di scambio e di attraversamento di maggiore portata.

Lo studio del traffico che accompagna il progetto preliminare, al quale si rimanda per maggiori approfondimenti, si è prefisso come obiettivo di supportare la progettazione, valutando la domanda sulla nuova infrastruttura in diversi scenari e con diverse soglie temporali, al fine di costituire il modello necessario a valutare gli impatti sull'ambiente, sul sistema viario e della mobilità.

L'analisi di traffico è stata eseguita con l'ausilio di un modello di simulazione opportunamente implementato e calibrato. Innanzitutto si sono messe a sistema diverse fonti di informazione (traffici autostradali, regionali e provinciali), integrandole con 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.

Con l'ausilio del modello di traffico si è potuto quantificare 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 con particolare riferimento alle valutazioni sulla ripartizione multimodale del corridoio: 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 più attenuata.

I volumi di traffico assorbiti (bidirezionali) sono risultati variabili tra 1.700 - 1.800 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.

I risultati dell'analisi prestazionale condotta su ciascuna componente funzionale della nuova opera hanno evidenziato come il livello di servizio all'anno di entrata in esercizio assuma il valore "B", mentre al 2031 si arriva a 12,9 veicoli equivalenti al km per corsia (pc/km/ln) cui compete un livello di servizio massimo pari a C.

B.2.2 Idrologia

L'analisi idrologica ha come finalità la determinazione delle portate di piena, che possono essere stimate utilizzando diversi metodi: nel caso del prolungamento della A31 a nord l'area idrologicamente interessata è considerevole, quindi, anche alla luce della fase progettuale preliminare, si è proceduto con due diversi tipi di approccio in funzione della diversa importanza dei corsi d'acqua attraversati e dell'importanza delle opere idrauliche che eventualmente dovranno essere previste.

Nel caso di opere e bacini di modesta entità i metodi speditivi di tipo empirico sono da ritenersi del tutto soddisfacenti, nel caso di grandi fiumi ed opere si richiedono, invece, considerazioni tecniche di maggiore complessità.

B.2.2.1 Modello idrologico del torrente Astico

Particolare attenzione deve essere data al torrente Astico, che solcando la valle omonima con andamento nord – sud interessa in più punti il tracciato autostradale: il torrente rappresenta inoltre un'importante asta idraulica che sottende un bacino considerevole e che determina importanti portate di piena.

Per la determinazione della portata di piena del torrente Astico si è suddiviso il bacino in 22 sottobacini ed è stato calcolato l'andamento della curva di piena per ogni area scolante.

Si è utilizzato un programma messo a disposizione da US Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center: HEC-HMS.

Le ipotesi adottate per la modellazione del torrente Astico sono:

- Analisi pluviometrica: intensità di precipitazione variabile secondo la curva di possibilità climatica ragguagliata e considerata costante sull'intero bacino;
- Modello di infiltrazione: per la determinazione della pioggia netta si è utilizzato il metodo del CURVE NUMBER (CN), introdotto dal SCS (Soil Conservation Service);
- Modello afflussi e deflussi: per simulare la formazione del deflusso di piena si è utilizzato il metodo dell'unità idrografica (Snyder);
- Metodo di propagazione dell'onda di piena: per il calcolo della propagazione dell'acqua all'interno delle aste è stato impiegato il modello di Muskingum.

Risultati

Per un tempo di pioggia di un giorno, si ottengono i seguenti valori di tempo e di portata di picco al variare del tempo di ritorno:

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

SEZIONE ASTICO	Tc Clark [h]	Qp Clark [m ³ /s]	Tc Snyder [h]	Qp Snyder [m ³ /s]
MEDA – TR 100 anni	18:45	631.5	12:45	599.3
MEDA – TR 200 anni	18:45	696.0	12:30	656.4

Tabella 25: risultati della modellazione idrologica con Clark e Snyder per Tr 100 e 200 anni

La curva fornita dall’Autorità di Bacino, risultato della modellazione da loro condotta con tempo di ritorno di 100 anni e tempo di pioggia di un giorno, presenta il picco di portata dopo 17 ore, con un valore di 642,7 m³/s. La portata misurata durante l’evento eccezionale del 1966 invece presenta un picco di portata pari a 698,8 m³/s e tempo di picco di 25 h.

Gli scartamenti tra i valori trovati attraverso la modellazione risultano quindi sufficientemente attendibili per la progettazione delle opere idrauliche necessarie alla messa in sicurezza del tracciato autostradale in esame.

Per l’analisi idraulica delle interferenze del tracciato autostradale in progetto col torrente Astico, sono stati modellizzati sei diversi tratti del corso d’acqua. Per ciascuno di questi tratti è stato quindi trovato un differente valore di portata attraverso il programma HEC-HMS. Tale dato è stato confrontato con quello ottenuto mediante il metodo trentino.

Si riportano di seguito i valori di portata ottenuti col metodo di Clark, con quello di Snyder e col metodo trentino per i tratti considerati a tempo di ritorno pari a 100 e 200 anni.

TRATTO	SOTTOBACINO	ESTENSIONE [km ²]	Q Clark 100 [m ³ /s]	Q Snyder 100 [m ³ /s]	Q100 Trentino	Q Clark 200 [m ³ /s]	Q Snyder 200 [m ³ /s]	Q200 Trentino
1	Astico 2	51.968	95.6	99.1	131.2253	113.9	119.8	157.4902
2	Astico 3	87.807	158.5	169.8	187.8475	188.3	204.9	224.9216
3	Astico 4	134.962	234.4	226.5	252.0446	277.2	269.5	298.9803
4	Astico 5	397.88	350.3	323.5	527.9542	422.7	388.3	635.39
5	Astico 5/6	542.75	631.6	599.5	652.8578	696.1	656.3	717.1209
6	Valle Meda	570.49	631.6	599.5	675.4976	696.1	656.3	741.9892

Tabella 26: valori di portata nei tratti per l’analisi idraulica, secondo i metodi di Clark, Snyder e metodo trentino

Per l’analisi idraulica sono stati quindi assunti i valori di portata ottenuti mediante il metodo trentino, in quanto risultano essere più cautelativi, come è facile desumere dalla tabella sopra riportata.

B.2.2.2 Analisi delle portate dell'Adige

Secondo quanto indicato nel Piano stralcio per la sicurezza idraulica dell'Adige le massime portate di piena di riferimento per la sistemazione dei fiumi dipendono dalla scelta della probabilità degli eventi alla quale è connesso il cosiddetto rischio idraulico che si è disposti ad accettare. Nelle seguenti tabelle sono indicate le portate al colmo delle onde di piena presso varie stazioni lungo il corso del fiume tratte dal medesimo studio.

I risultati dell'analisi dell'Autorità di Bacino sono stati ottenuti elaborando le serie storiche dei valori annuali di portata al colmo di piena che riportano i valori massimi di portata in corrispondenza dei tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, ottenute con il modello di Gumbel (Q_G), con il modello GEV (Q_{GEV}), con il modello M.G. (Q_{MG}) e con il modello Vapi (Q_{Vapi}).

Tr = 30	Stazione	S [km ²]	Q _G	Q _{GEV}	Q _{MG}	Q _{vapi}
ADIGE	Tel	1675	261	257	259	396
	Ponte Adige	2642	652	656	675	785
	Bronzolo	6926	1386	1400	1409	1746
	Trento	9763	2021	2081	2130	2364
	Pescantina	10957	1809	1837	1923	
	Boara Pisani	11954	1675	1677	1737	

Tabella 27: Portate al colmo di piena, Tr 30

Tr = 200	Stazione	S [km ²]	Q _G	Q _{GEV}	Q _{MG}	Q _{vapi}
ADIGE	Tel	1675	333	307	312	503
	Ponte Adige	2642	859	845	844	998
	Bronzolo	6926	1801	1807	1736	2216
	Trento	9763	2021	2896	2696	3002
	Pescantina	10957	2425	2470	2448	
	Boara Pisani	11954	2210	2123	2173	

Tabella 28: Portate al colmo di piena, Tr 200

Tr = 500	Stazione	S [km ²]	Q _G	Q _{GEV}	Q _{MG}	Q _{vapi}
ADIGE	Tel	1675	367	328	335	396
	Ponte Adige	2642	959	930	920	1138
	Bronzolo	6926	2002	1998	1883	2527
	Trento	9763	3018	2896	2951	3423
	Pescantina	10957	2720	2773	2684	
	Boara Pisani	11954	2467	2316	2369	

Tabella 29: Portate al colmo di piena, Tr 500

Il valore della portata nella zona di interesse progettuale, è da considerarsi, in questa fase preliminare, pari alla portata che transita presso Trento.

Come si può osservare dalle tabelle precedenti i valori di portata ottenuti utilizzando i

metodi di calcolo, per tempi di ritorno assegnati, è sostanzialmente paragonabile. Si ottiene quindi un valore di portata per le verifiche delle opere idrauliche pari a $2.600 \text{ m}^3/\text{s}$ per un tempo di ritorno di 200 anni .

B.2.2.3 Analisi delle portate corsi d'acqua secondari

Tra i diversi metodi per il calcolo della portata di progetto dei corsi d'acqua secondari interferiti dal tracciato in progetto, il metodo regionale trentino, presentato nel Piano Generale di Utilizzazione delle Acque della Provincia di Trento, risulta essere quello da preferire, in quanto fornisce valori più cautelativi di portata.

I valori che verranno assunti per il dimensionamento delle opere idrauliche quindi sono i seguenti:

BACINO	Q_{200} [mc/s]
ALBO	32.29
NAROTTI	10.54
CENGE DEL CENGIO	7.94
CAVALLO	7.78
PAILE	6.05
GROSSA	15.94
SECONDARIO	1.94
MORTA	5.04
BISABELLA	22.42
RUA	35.53
SECONDARIO	4.48

Tabella 30: tabella riassuntiva dei valori di portata di progetto per il reticolo secondario interferito

Il calcolo della portata col metodo trentino per il torrente Assa (con superficie 248 km^2) porta ad un valore di $481,34 \text{ m}^3/\text{s}$, per un tempo di ritorno di 200 anni.

Per quanto riguarda il valore della portata nei canali di derivazione delle centrali idroelettriche, all'interno del Contratto del fiume Astico-Tesina, sono stati trovati i seguenti dati:

derivazione alla centrale di Bessè	$10 \text{ m}^3/\text{s}$;
derivazioni alla centrale di Zanini	$6 \text{ e } 7 \text{ m}^3/\text{s}$.

B.2.2.4 Analisi delle portate sistema di drenaggio

Per il dimensionamento del sistema di drenaggio dell'autostrada gli eventi di pioggia più onerosi dal punto di vista della portata prodotta sono risultati essere quelli di durata inferiore all'ora (scrosci). Il calcolo è stato approssimato con il metodo razionale con la formula del coefficiente udometrico, arrivando alla determinazione delle portate dimensionanti i collettori imponendo che la durata della precipitazione sia pari al tempo di corrivazione.

Alla portata idrologica così determinata si è aggiunta in testa ad ogni collettore una portata pari a 40 l/s che tiene conto del contributo di un possibile sversamento accidentale.

Si rimanda ai calcoli idraulici riportati nella specifica relazione per i dettagli numerici.

B.2.3 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 minore 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.

B.2.3.1 Torrente Astico

Il tracciato di progetto corre in larga parte in affiancamento al torrente Astico, attraversandolo in più punti.

Il torrente Astico viene attraversato dai tracciati considerati in viadotto, prevedendo in corrispondenza di queste opere interventi di protezione spondale e di protezione delle pile per prevenire l'erosione delle opere stesse. Essendo il tracciato spesso affiancato al torrente,

sono 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.

Infine in prossimità dei viadotti Posta I e Posta II è prevista una deviazione del corso d'acqua in modo che questo non lambisca il tracciato stradale previsto, con la realizzazione di scogliere con massi naturali in modo da evitare la divagazione dell'alveo di magra all'interno dell'ampia fascia fluviale.

B.2.3.2 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 1.400 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 col torrente Assa verranno eseguite delle 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 longitudinale portano a fenomeni di erosione che vengono stabilizzati attraverso l'imbrigliatura del corso d'acqua. In questo modo si concorre a stabilizzare il torrente con un'opera che riveste un carattere di importanza maggiore e non solo a beneficio dell'infrastruttura autostradale.

B.2.3.3 Fiume Adige

L'infrastruttura di progetto presenta un'interferenza con il fiume Adige subito dopo l'uscita dalla galleria di Valico lato Val d'Adige: dopo un tratto in rilevato di circa 200/250 m (variabile a seconda della carreggiata considerata) il tracciato si trova a dover superare la S.S. 12, la linea ferroviaria del Brennero ed il fiume Adige, prima di doversi attestare allo svincolo con l'Autostrada A22: questo tratto di autostrada si sviluppa sul viadotto Adige (di lunghezza 501 m per entrambe le carreggiate), opera che prevede lo scavalco dell'intero sedime fluviale, argini compresi, di fatto evitando qualsiasi interferenza con il deflusso delle piene.

Tuttavia il progetto prevede la realizzazione in corrispondenza dell'attraversamento di opere di protezione in massi a secco delle sponde. Va osservato come la tipologia di opera consenta di mantenere intatti i rilevati arginali, che consentono così di evitare problematiche

legate all'ispezionabilità degli argini stessi, oltre a garantire la conservazione dell'uso delle sommità come percorsi ciclopedonali.

Infine 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, consentendo di proteggere le opere stesse contro l'azione erosiva della corrente che superasse gli argini.

B.2.4 Smaltimento e trattamento acque di piattaforma

La raccolta, smaltimento e trattamento delle acque di piattaforma è un aspetto particolarmente importante che coinvolge l'idrologia e l'idraulica in generale, meritando però un trattamento a parte per le implicazioni progettuali che ne derivano.

Vanno ovviamente distinte le soluzioni in base alla tipologia di intervento, poiché l'autostrada A31, per complessità orografica del territorio attraversato, annovera tutte le possibili casistiche di tecnologie costruttive:

- rilevati e trincee;
- ponti e viadotti;
- gallerie.

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. Il 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.

Per i tratti di viabilità in **trincea** il sistema di raccolta dalla piattaforma stradale è molto simile a quello descritto in precedenza, con la presenza di 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. 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.

Per i tratti in **viadotto** le acque meteoriche saranno captate dai appositi bocchettoni dotati di griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 C250 che scaricherà direttamente nelle

tubazioni sottostanti, poste sul ciglio interno od esterno, rispettivamente in curva o in rettilineo, con interasse di 15 m. Le tubazioni correnti verranno appese alla struttura dell'impalcato e saranno in acciaio inox.

La tubazione appesa sarà dimensionata per le sole acque di prima pioggia, mentre l'eccesso verrà scaricato 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 appesa al viadotto sarà dimensionata in modo di raccogliere tutta la portata meteorica.

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 scorre 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.

I liquidi normalmente raccolti sono convogliati in una vasca d'idonea 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.

Per il **trattamento** delle acque si prevede che i cicli di trattamento siano 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 collettate agli impianti di trattamento 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 nei tratti all'aperto ed all'uscita delle gallerie sono previste vasche di accumulo degli sversamenti accidentali realizzate in calcestruzzo di tipo

prefabbricato. Avranno un volume utile complessivo pari a 40 m³ e saranno mantenute vuote durante il funzionamento normale dell'impianto, potendosi 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 di convogliare sversamento all'interno della vasca 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 una unica tipologia di sonda rilevatrice definire in modo soddisfacente le caratteristiche del liquido in ingresso, da qui nasce la necessità di prevederne di almeno tre tipologie.

B.2.5 Indagini geognostiche

Il progetto della A31 Nord ha considerato sia le indagini pregresse sia le nuove indagini realizzate ad hoc nella fase di progetto preliminare attuale.

Le **indagini pregresse** sono riconducibili a due fasi:

- Campagna d'indagine geotecnica anno 1995 nel tratto Piovene Rocchette – Besenello, realizzata nell'ambito del progetto definitivo del tracciato storico e, sostanzialmente, coincidente con il tracciato T4;
- 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.

A questa vanno sommate le disponibilità, in prossimità dell'innesto con l'Autostrada A22 del Brennero, dei 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 un totale di n.° 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;
 - 8 prove con penetrometro tascabile;
 - 2 prove con torvane.

- materiali lapidei
 - descrizione macroscopica;
 - 1 analisi petrografica su campione di andesite;
 - 56 pesi di volume;
 - 10 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;
 - 9 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 V_p e V_s con rilievo delle deformazioni.

Inoltre 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:

- 5 punch test;
- 5 prove di abrasività Cerchar;
- 5 Drop test per la valutazione dell'indice S20;
- 5 prove per indentamento al cone 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 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. Nella figura successiva è riportato un esempio relativo proprio alla galleria di valico.

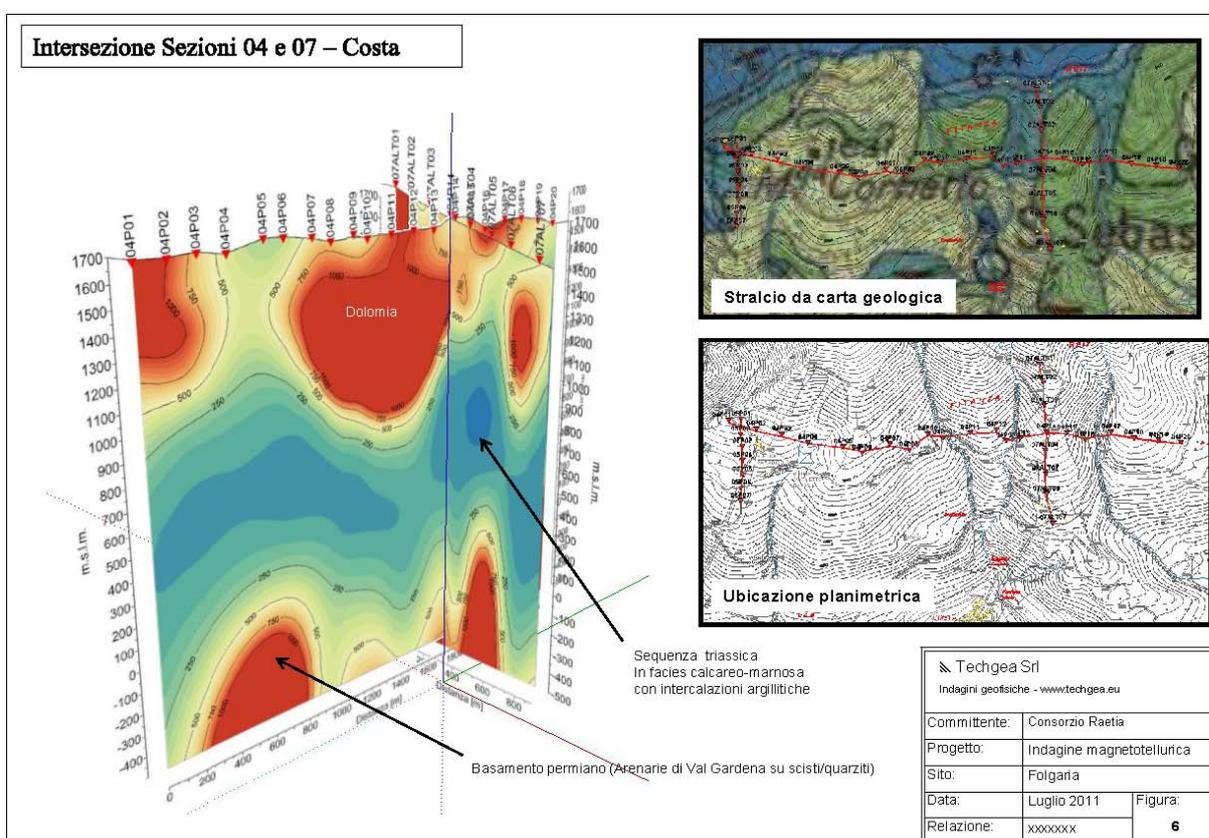


Figura 60. Esempio di sezione di resistività elettrica ottenuta da un sondaggio MT.

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.

B.2.6 Geologia e geomorfologia

Il capitolo dedicato alla geologia – geomorfologia facente parte integrante del progetto preliminare, comprensivo di relazioni ed elaborati grafici, è stato redatto sulla base di un quadro conoscitivo basato su una corposa 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
- 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 di queste informazioni sono state redatte le planimetrie con ubicazione indagini, carta geologica e geomorfologica, profili geologici e profili geotecnici e geomeccanici.

La descrizione del contesto geologico e geomorfologico è particolarmente complessa, necessitando della lettura delle relazioni specialistiche per un approfondimento maggiore: in questo capitolo vengono dati alcuni spunti necessari ad un inquadramento di massima ed alla comprensione delle problematiche riscontrate nel corso della progettazione preliminare.

Dal punto di vista **geologico** l’evoluzione paleogeografica dell’area in cui insiste il tracciato inizia 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 Triassico 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)

Dal punto di vista geologico il tracciato risulta suddivisibile in tre grandi tronconi omogenei per caratteristiche del sottosuolo, come risulta dai profili geologici:

- 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);
- da Lastebasse alal valle dell’Adige si ha la galleria di valico che 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; 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 Trento 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 **geostrutturale** 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, convergenti 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.

Da questa sintetica analisi delle principali caratteristiche geologiche del territorio attraversato, confrontate con le scelte progettuali si possono trarre alcune indicazioni che evidenziano alcune potenziali criticità:

- lungo le gallerie Cogollo e Costa del Prà si osservano 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, necessitando il ricorso ad importanti opere di sostegno; nel progetto definitivo si potrà valutare uno sfalsamento altimetrico delle carreggiate per contenere le opere di sostegno, effetto però che potrebbe rivelarsi critico per i collegamenti trasversali tra i due forni di delle gallerie (By-pass);
- 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.

B.2.7 Idrogeologia

Il territorio interessato dal progetto è compreso all'interno della Valle dell'Astico ed la valle dell'Adige, con quote che si collocano a quote variabili intorno a 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 1.500 e 2.000 m s.l.m.m. sugli altopiani di Folgaria e Lavarone che delimitano in parte le valli citate.

Tenendo conto dell'attività svolta sull'intero contesto relativo a tutti i tracciati esaminati, l'attività di studio idrogeologico è stata approfondita sul tracciato Piovene Rocchette – Besenello, anche alla luce di indagini e dati nel frattempo sopraggiunti.

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 relativi. 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 ogni singolo tracciato. Ad essa si è fatto riferimento per valutare l'entità delle pressioni idrostatiche lungo i tracciati delle gallerie. Per quanto riguarda l'interferenza delle opere in sotterraneo con l'assetto idrogeologico bisognerà adottare rivestimenti 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 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 ritiene comunque necessario impermeabilizzare le gallerie, ovvero 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.

B.2.8 Geotecnica e geomeccanica

Geotecnica

L'analisi delle prove disponibili sull'intero areale afferente il corridoio di progetto ha fornito un quadro piuttosto eterogeneo con una dispersione dei risultati, sia perché come detto l'area di interesse è molto vasta, sia perché le condizioni geologiche relative sono tra loro effettivamente diversificate.

In questa fase di progetto preliminare i risultati ed il numero di prove appare comunque adeguato al livello di progettazione, seppur i valori delle variabili geotecniche desunti sono da intendersi come valori orientativi per il dimensionamento delle opere fondazionali.

Nella fase di progetto definitivo 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.

Per orientare la progettazione strutturale sono state classificate e schematizzate i depositi indagati in **tre unità litostratigrafiche** distinte all'interno delle quali rientrano terreni a parametrizzazione sostanzialmente simili:

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"

Si rimanda alla relazione specifica per la determinazione dei valori numerici dei diversi parametri che concorrono alla progettazione.

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, 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 50 cm previa la stesa di un geotessuto tra il sottofondo stesso ed il futuro rilevato.

Nel caso di rilevati impostati su pendii naturali (pendenza $> 1/5$), lo scotico avverrà con gradonatura del pendio, con la realizzazione di banche suborizzontali di larghezza pari a 2,0 m ed altezza variabile.

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 2,0 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 opere di sostegno.

Per le porzioni di rilevato poste a ridosso dei manufatti (spalle dei viadotti, scatolari ecc.) è prevista la realizzazione di un consolidamento con misto cementato dei terreni di riporto 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.

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.

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 molto dettagliato. In questa fase progettuale, congruentemente con i dati disponibili, si sono adottate per tutti i viadotti fondazioni profonde, spesso per necessità legate alla presenza in adiacenza del corso d'acqua del torrente Astico.

Nella fase progettuale successiva, alla luce di un più dettagliato quadro informativo, si potrà ottimizzare l'aspetto fondazionale delle opere ponti e viadotti.

Geomeccanica

Il tema della geomeccanica è di particolare rilevanza vista la notevole estesa dei tratti in sotterraneo. Il progetto preliminare ha affrontato questo tema con l'elaborazione di una relazione specifica e dei profili geomeccanici, non solo per tutti i tracciati esaminati, ma con un maggior dettaglio per il tracciato selezionato da Piovene Rocchette a Besenello.

Il profilo geomeccanico lungo il suo sviluppo da sud verso nord incontra formazioni detritiche, la Dolomia Principale e, nella sola Galleria di Valico, le formazioni sedimentarie sottostanti alla Dolomia.

Sulla base delle indagini disponibili, dei rilievi di superficie e di elementi bibliografici, è stato possibile definire i parametri di resistenza e deformabilità sia per i materiali granulari sciolti, che per le formazioni rocciose. Il passo successivo è consistito nella definizione di un criterio per l'estrapolazione di questi dati di tipo superficiale alle maggiori profondità, ottenendo così i corrispondenti valori meccanici al cavo della galleria per ciascun litotipo.

Adottando l'approccio proposto da Hoek, si è poi proceduto alla valutazione dei parametri significativi per la comprensione del comportamento del cavo in fase di scavo e a lungo termine. In questo modo è stato possibile procedere alle analisi di stabilità del cavo e del fronte utilizzando tre diverse metodologie:

- per la stabilità del cavo: metodo delle linee caratteristiche e metodo agli elementi finiti;
- per la stabilità del fronte: metodo delle linee caratteristiche e metodo all'equilibrio limite di Tamez.

Per le sezioni in detrito, trattandosi di materiali sciolti a bassa copertura, si è adottato l'approccio di Tamez e l'analisi agli elementi finiti.

Per tutte le altre sezioni si è invece proceduto con le linee caratteristiche. Sono inoltre state scelte opportune sezioni di calcolo agli elementi finiti, quale confronto con i risultati delle verifiche con le linee caratteristiche, e per avere maggiore dettaglio relativamente alle sollecitazioni agenti sui rivestimenti.

I risultati delle analisi svolte hanno dato esito positivo, indicando che tanto i prerivestimenti quanto i rivestimenti definitivi vengono sollecitati in modo conforme ai limiti normativi.

Per quanto riguarda lo scavo meccanizzato, le convergenze attese in corrispondenza dello scudo potranno essere facilmente gestite con un modesto sovrascavo.

La verifica dei rivestimenti è stata anche estesa all'azione della pressione idrostatica a lungo termine. E' risultato che, particolarmente per la Galleria di Valico, questa costituisce la sollecitazione dominante e quindi per la stabilità a lungo termine è stato necessario introdurre il drenaggio a tergo del rivestimento così da mantenere le sollecitazioni agenti nell'ambito di quelle esercitate dal solo ammasso roccioso in condizioni drenate.

B.2.9 Sismica

Gli aspetti sismici nel dimensionamento e verifica delle opere strutturali, dopo un lungo percorso normativo è giunto finalmente ad un testo coordinato di riferimento mediante le Norme Tecniche per le Costruzioni elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale il 4 febbraio 2008, superando le precedenti impostazioni e formulando uno strumento coerente e con carattere prescrittivo.

Tramite l'allegato A il testo normativo prevede che l'azione sismica di riferimento per la progettazione 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, detto di riferimento, 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).

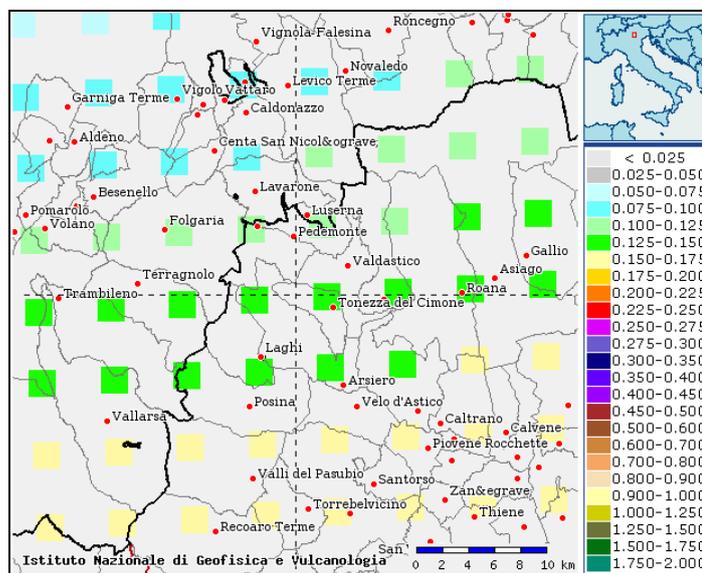


Figura 61: Valori di pericolosità sismica (OPCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b) espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.20

La norma definisce 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: considerando i risultati delle indagini geognostiche disponibili in questa fase di progetto preliminare 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.

Il progetto preliminare contiene un apposito capitolo denominato "Sismica" che a mezzo di una relazione tecnica e di elaborati grafici indica il processo di determinazione degli aspetti che conducono alla valutazione delle sollecitazioni sismiche sulle strutture. Si rimanda ad esso per un approfondimento del complesso delle nozioni riguardanti la sismica e i criteri di verifica e dimensionamento delle opere strutturali.

B.2.10 Vincoli storici, artistici, archeologici e paesaggistici

Come indicato dal D. Lgs. 42/04, il “Codice dei Beni culturali e del paesaggio”, che pone misure di vincolo e tutela sul patrimonio culturale costituito dai beni culturali e da quelli paesaggistici, il progetto preliminare lo SIA contengono gli elaborati grafici e descrittivi relativi ai vincoli e tutele.

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 già citato D. Lgs. 42/04, anche l’articolo di riferimento:

- Architettonico - Beni di interesse architettonico, 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.

In linea generale, seppur per approfondimenti si rimanda agli elaborati specialistici, si evince

dal quadro di riferimento costruito con i dati citati e con la sovrapposizione planoaltimetrica del tracciato che lo sviluppo a nord della A31 presenti delle interferenze diffuse ma di tipo non rilevante, riferendosi principalmente ai 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 di impatto non comporta una rilevante interferenza.

Vale la pena fare un accenno particolare alla componente archeologica. La raccolta dei dati relativi alle presenze storico-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.

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, definite con i codici: 01 alta, 02 media e 03 bassa.

Seppur per maggior dettagli si rimanda alla relazione archeologica ed agli elaborati di dettaglio relativi, l'analisi dei dati esaminati e raccolti per il tracciato scelto ha evidenziato, nel complesso, un impatto archeologico 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.

B.2.11 Valutazioni preliminari sullo stato della qualità dell'ambiente

Nel corso della progettazione preliminare dell'autostrada Valdastico sono state condotte valutazioni sullo stato di qualità dell'ambiente, nello stato di fatto, nell'ipotesi di non intervento, in fase di costruzione ed in fase di esercizio dell'infrastruttura.

Tutte queste valutazioni sono state svolte preliminarmente su tutte le alternative prese in considerazione. In particolare lo stato di qualità dell'ambiente è stato valutato nelle sue componenti principali: rumore, atmosfera, ambiente idrico, vegetazione, fauna, ecosistemi, suolo e sottosuolo, radiazioni, paesaggio, salute pubblica.

L'analisi svolta ha consentito di valutare le trasformazioni attese in relazione alla realizzazione dell'infrastruttura nelle diverse alternative ipotizzate e di effettuare confronti utili alla determinazione dell'alternativa che offre al contempo elevati livelli di funzionalità trasportistica e un ridotto impatto ambientale.

Sull'alternativa prescelta, identificata nel Tracciato 4, sono state approfondite, mediante simulazioni modellistiche, gli impatti attesi sulle citate componenti. Questi approfondimenti, ampiamente descritti nello Studio di Impatto Ambientale, hanno consentito di individuare e progettare le misure di mitigazione e compensazione e di stimare gli impatti residui.

Rumore

La valutazione della componente rumore è stata effettuata grazie all'esteso 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.

Atmosfera

La metodologia utilizzata per determinare gli impatti e le conseguenti mitigazioni per la componente atmosfera si è basata su più elementi disponibili, tra i quali si citano il quadro normativo di riferimento sia a livello nazionale che pianificatorio regionale e provincia, la raccolta dati delle serie storiche sia per la meteorologia che per gli inquinanti presenti, l'esecuzione di campagne di misura meteorologiche ed ambientali, la stima previsionale degli inquinanti emessi a regime lungo l'asse del tracciato e quindi l'individuazione degli

impatti e determinazione delle misure di mitigazione.

Una volta completata la fase di modellazione è stato possibile individuare quelle che sono le criticità del sistema infrastruttura-atmosfera con particolare attenzione ai nodi sensibili identificati con i recettori critici (scuole, ospedali, aree densamente antropizzate, aree industrializzate a elevata emissività, SIC o aree naturalistiche protette) .

Si è predisposto, inoltre, uno schema di Piano di Monitoraggio atto a mantenere sotto controllo le emissioni nelle diverse fasi (ante-corso-post opera).

Ambiente idrico superficiale e sotterraneo

L'approccio seguito per determinare gli impatti e le conseguenti mitigazioni sull'ambiente idrico si basa su più fattori: analisi del quadro normativo di riferimento, raccolta dati e sopralluoghi, modellazioni idrologiche ed idrauliche, individuazione degli impatti e determinazione delle misure di mitigazioni.

L'analisi idrologica ha avuto finalità la determinazione delle portate di piena dei principali corsi d'acqua, con particolare riferimento al torrente Astico, il quale oltre ad essere l'asta lungo la quale il tracciato si sviluppa, sottende un bacino considerevole e che determina importanti portate di piena. Per la determinazione della portata di piena del torrente Astico si è suddiviso il relativo bacino in 22 sottobacini ed è stato calcolato l'andamento della curva di piena per ogni area scolante. Con la successiva analisi idraulica si è arrivati a definire le caratteristiche di deflusso della corrente, determinando le quote idrometriche massime che si possono raggiungere in prossimità degli attraversamenti dell'autostrada nei corsi d'acqua in esame è stato utilizzato un modello matematico unidimensionale, in grado di descrivere la propagazione delle piene in corsi d'acqua e canali, considerando anche la presenza di eventuali manufatti idraulici.

Elemento fondamentale nella scelta delle tipologie di intervento idraulico è derivato dai strumenti di pianificazione, come il PGUAP della provincia di Trento che fornisce nel "Allegato alla Parte Quinta" il *Quaderno delle opere tipo* da utilizzare negli interventi di sistemazione idraulica.

Per l'analisi dello stato di fatto e la valutazione degli impatti sulla risorse idriche sotterranee in riferimento al tracciato prescelto, si sono prese a riferimento le relazioni, le carte ed i profili geologici ed idrogeologici predisposti per l'attuale fase progettuale.

Nel corso delle indagini eseguite per questa fase progettuale sono stati eseguiti controlli in campo delle sorgenti. E' stata effettuata anche una Valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi prescelto è il Foster & Hirata (GOD).

Vegetazione

Attraverso lo studio relativo della componente floro-vegetazionale dell'area di studio vengono individuate le caratteristiche fitoclimatiche, la vegetazione reale (vegetazione naturale, seminaturale e formazioni vegetali di origine antropica) del buffer considerato e le formazioni vegetali interessate dall'intervento proposto. In questo modo si sono messe in evidenza le emergenze di particolare valore naturalistico come le specie vegetali e/o le tipologie vegetazionali rare, sensibili, minacciate o di interesse biogeografico.

Sono stati eseguiti inoltre 20 rilievi fitosociologici, nelle aree in cui il tracciato si sviluppa a cielo aperto, seguendo il metodo di *Braun-Blanquet*.

Le informazioni raccolte attraverso i rilievi, la bibliografia e le analisi delle cartografie disponibili hanno permesso di redigere la carta della vegetazione, elemento fondamentale per rappresentare la vegetazione reale e descrivere la potenzialità del territorio esaminato.

Fauna

Ai fini della caratterizzazione faunistica dell'area d'intervento è stata analizzata tutta la bibliografia disponibile, ponendo particolare attenzione agli Atlanti faunistici provinciali e regionali, e sono state considerate le tipologie vegetazionali direttamente coinvolte nella realizzazione dell'intervento proposto.

Per quanto riguarda la fauna il valore naturalistico è stato attribuito alla sola comunità ornitica nidificante in quanto in è rispetto a questa che il paesaggio ha valenze ecosistemiche e pertanto esistono delle strette relazioni tra probabili e possibili condizioni di criticità ambientale e di sopravvivenza delle specie prese in esame.

Per quanto riguarda i mammiferi, i rettili, gli anfibi e i pesci la stima dell'impatto risulta difficoltosa in quanto mancano dati precisi sulla distribuzione delle diverse specie. In ogni caso non sono presenti nell'area vasta "emergenze" e le specie sono in misura variabile "generaliste", quindi in grado di sfruttare anche habitat alternativi.



Figura 62: un muflone avvistato durante un odee sopralluoghi ricognitivi in corrispondenza dell'Astico

Paesaggio

La valutazione paesaggistica della nuova infrastruttura stradale è stata effettuata attraverso l'ausilio dell'analisi multicriteriale che risulta un valido strumento di supporto alla decisione. Si è provveduto a dividere l'infrastruttura stradale in 28 tratti omogenei e a considerare ciascuno di questi come singolo elemento oggetto di valutazione paesaggistica: ciascun tratto misura circa 1.500-2.000 m e presenta caratteristiche costruttive simili. Tale suddivisione permette di isolare completamente i tratti in galleria, che dal punto paesaggistico non producono alcuna interferenza significativa, dai tratti prevalentemente in viadotto, in trincea, in rilevato o misti.

Sono quindi stati definiti i criteri di valutazione paesaggistica che considerano sia gli impatti diretti che indiretti. Sono stati considerati con diretti quegli impatti che si verificano in un'area molto prossima all'infrastruttura di progetto e pertanto sono stati analizzati criteri di natura *vincolistica* (intersezione o vicinanza dell'opera a corsi d'acqua, aree naturali protette, aree di rilevanza storica, insediamenti ecc.) e criteri di natura *programmatica* (interferenza del tracciato infrastrutturale con altre infrastrutture programmate, ampliamenti residenziali e produttivi previsti, istituzione di nuove aree protette/rete ecologica).

Per considerare gli impatti indiretti, cioè le interferenze che i singoli tratti autostradali possono determinare sulla riconoscibilità dei luoghi su scala territoriale, si sono analizzati dei criteri di natura *percettiva* quantificati attraverso una laboriosa analisi di intervisibilità.

Salute pubblica

In merito alla componente salute pubblica gli impatti determinati dall'opera in progetto possono essere preventivamente attribuiti in base alla tipologia delle opere previste:

- La realizzazione dei tratti in galleria avrà impatti di breve periodo ma intensi in fase di cantiere (spesso da mitigare) e nulli in fase di esercizio.
- La realizzazione dei tratti in piano, in trincea e i viadotti avranno impatti spesso di intensità minore in fase di cantiere rispetto alla precedente e comunque determineranno impatti anche in fase di esercizio (alcuni casi saranno necessarie opere di mitigazione).

La riduzione dei volumi di traffico sulla viabilità statale e provinciale, a cui si accompagna un miglioramento delle condizioni di marcia, a seguito della realizzazione del prolungamento della A31, comporterà un miglioramento delle condizioni ambientali sia in termini di inquinamento atmosferico che acustico. Le aree urbane saranno, infatti, liberate da una parte del traffico attuale, con conseguente miglioramento della salute pubblica nei centri urbani.

B.2.12 Disponibilità di aree ed immobili

Trattandosi di opera di pubblica utilità, la valutazione degli immobili da espropriare e/o da occupare in via temporanea è stata eseguita sulla base di quanto prescritto dal testo unico delle disposizioni legislative in materia di espropriazione per pubblica utilità, D.P.R. 8 giugno 2011 nr. 327 modificato ed integrato con decreto legislativo nr. 302 del 27 dicembre 2001 e successiva legge n. 244 del 2007 nonché aggiornato dalla costante giurisprudenza della Suprema Corte di Cassazione.

In questa fase progettuale, si è proceduto stimando l'ingombro delle opere ed effettuando opportuni sopralluoghi per verificare lo stato di consistenza delle aree e per evidenziare situazioni particolari, come la vicinanza ad aree edificate, ad attività commerciali, nonché la presenza di colture di pregio come vigneti e frutteti.

Sono state individuate come oggetto di occupazione tutte le aree destinate alla costruzione ed esercizio delle opere stradali. Tali aree comprendono le sedi stradali (asse autostradale e svincoli) e le strutture laterali, quali argini e scarpate. Vengono altresì comprese tra le aree occupate, gli spazi interclusi tra sedi stradali e rami di svincolo, le aree dei caselli, delle aree di servizio e dei centri di manutenzione.

La stima relativa agli immobili da acquisire è stata determinata sulla base dei criteri dettati dal D.P.R. 8 giugno 2001 n. 327 e dalle sue successive modificazioni. Sono stati stimate separatamente le aree agricole, edificabili e le opere o manufatti oggetto di demolizione, nonché gli oneri di maggiorazione, quelli per le occupazioni temporanee e per gli oneri d'imposta.

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

La relazione giustificativa allegata al progetto ha lo scopo principale di illustrare i criteri ed i valori unitari adottati per la redazione della stima dei costi nonché per fornire gli indirizzi da seguire per la successiva fase di progetto.

B.2.13 Interferenze con 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 è stata classificata e catalogata mediante una numerazione progressiva riportata sulla planimetria di censimento globale a cui fa riferimento, in maniera univoca, il database di gestione di tutte le informazioni presenti, in cui 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.

In riferimento agli Enti gestori riscontrati, oltre che agli storici Enti di carattere nazionale è stata riscontrata una presenza abbastanza numerosa 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 enunciato si riassumono di seguito le criticità riscontrate con gli impianti di maggiore impatto logistico-economico :

- riscontrate 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;
- riscontrate interferenze con metanodotti Snam RG. Nel particolare, si segnalano alcune criticità all'interno del territorio comunale di Cogollo del Cengio (VI);
- riscontrate 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);

- sono presenti inoltre 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.

B.2.14 Elementi di cantierizzazione

La costruzione di una qualsiasi opera infrastrutturale, ed a maggior ragione un'opera complessa come l'autostrada A31 nord, richiede una serie di valutazioni che vengono generalmente individuate sotto l'appellativo di "cantierizzazione", potendosi suddividere però in questioni che riguardano:

1. organizzazione e dislocazione dei cantieri lungo l'infrastruttura;
2. successione dei lavori.

Il primo punto è stato affrontato individuando dapprima le lavorazioni e le tecniche costruttive, successivamente presa conoscenza dello stato dei luoghi, si è arrivati all'individuazione di aree di lavoro denominate **cantieri principali** (base e operativi) ed i **cantieri secondari** (aree tecniche ed aree di stoccaggio).

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. L'allestimento di aree per lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere comprende le seguenti tipologie:

- **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). Sono presenti 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 e risultare meno impattanti nei confronti del territorio naturale della valle.
- **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 sono presenti 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	9

Tabella 31: numero e tipologia dei cantieri

Per la movimentazione di mezzi ed attrezzature sarà utilizzata la nuova infrastruttura per i tratti realizzati, in modo che la parte in costruzione funga da pista di cantiere per quanto possibile, e le principali viabilità esistenti presenti sul territorio:

- nel punto di inizio intervento 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, 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.

Per quanto riguarda il secondo punto, seppur nella fase di progetto preliminare, i documenti progettuali contengono un'illustrazione del cronoprogramma lavori ipotizzabile, in modo da individuare una successione dei cantieri e il percorso critico in termini temporali dell'intero processo costruttivo. Questi aspetti sono trattati nel capitolo del cronoprogramma ed agli elaborati specifici del progetto preliminare, ai quali si rimanda.

B.3 INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO

Il progetto definitivo dovrà essere redatto secondo la normativa vigente, in particolare secondo i disposti di cui al D. Lgs 12/4/2006, n. 163 e s.m.i.

Tale progettazione dovrà seguire le indicazioni presenti nel progetto preliminare e nello SIA, tenendo conto delle indicazioni che emergeranno durante la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale e delle eventuali ulteriori indicazioni che potranno pervenire dalle approvazioni di Enti che ne avranno titolo.

La definizione progettuale dovrà essere tale da definire compiutamente le opere civili ed impiantistiche, in modo tale da non introdurre apprezzabili differenze tecniche e di costo nella successiva fase di progetto esecutivo.

A titolo esemplificativo, ma non esaustivo, sono da prevedere per ottemperare a quanto sopra:

- una campagna di indagine geognostica per definire compiutamente le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche del territorio interessato dalle opere, secondo le modalità che verranno discusse e concordate con il Committente;
- un aggiornamento della topografia di base alla scala prevista dalla normativa vigente per stabilire la reale consistenza dei luoghi con riferimento alla precisione richiesta per la progettazione definitiva;
- un censimento delle reti tecnologiche interferenti per stabilire tutti gli accorgimenti e le opere necessarie alla risoluzione delle interferenze e alla precisa valutazione economica delle stesse;
- eventuali modellazioni idrauliche per conseguire una maggior precisazione nella previsione delle portate e dei livelli idrici;
- l'adempimento delle eventuali prescrizioni CIPE e di tutte le eventuali prescrizioni richieste da Enti aventi diritto.

B.4 CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE

Un'opera complessa come il prolungamento a nord dell'Autostrada A31 Valdastico da Piovene Rocchette fino alla A22 è un tema di particolare complessità, al quale concorrono più variabili; innanzitutto le difficoltà progettuali, legate alle diverse tipologie costruttive ed al notevole sviluppo delle opere in sotterraneo, l'orografia del territorio, con fronti particolarmente acclivi ed importanti complessi montuosi, e soprattutto il notevole sviluppo delle opere in sotterraneo, principalmente con l'opera galleria di valico che con la sua lunghezza pari a 15 km si classifica come la galleria autostradale a doppio fornice più lunga d'Europa.

E' del tutto evidente come la galleria di Valico rappresenti il percorso critico delle attività costruttive, dettando i tempi di tutto l'appalto. Le altre opere sono state organizzate in ombra alla galleria di valico, a meno del viadotto Ciechi, per il cui completamento sarà necessario aver terminato sia la Galleria di Valico che la Galleria Pedemonte, e della coda delle opere di completamento e finitura e collaudi dell'infrastruttura.

Al fine di limitare la durata delle attività, si prevede che le due canne Nord e Sud della galleria di Valico vengano realizzate con scavo meccanizzato, con direzione di scavo da Besenello verso Vicenza, ed in parallelo mediante utilizzo quindi di due distinte frese. Esclusi i tempi di allestimento cantieri e montaggio delle macchine da scavo, si stimano 2.245 giorni naturali e consecutivi per la realizzazione dell'opera principale, pari a circa 6 anni e 2 mesi.

Il resto delle gallerie naturali sono previste con scavo tradizionale, con una tempistica che risulta compresa nel lungo periodo dedicato alla galleria di Valico; si prevede di "attaccare" lo scavo di queste gallerie prevedendo 3 distinti "fronti di avanzamento":

- galleria Sant'Agata 2 e Pedescala;
- gallerie Cogollo, Forte Corbin e Pedemonte;
- gallerie San Pietro e Forte del Prà.

In questo modo è possibile conseguire le seguenti finalità:

- limitare l'impegno delle future imprese appaltatrici, che dovranno in tale modo prevedere la realizzazione di 3 gallerie naturali in contemporanea, e conseguentemente prevedere il riutilizzo sui diversi fronti delle attrezzature in gioco;
- limitare l'impatto delle lavorazioni sul territorio, che per la tratta Veneta prevede 7 gallerie naturali e 3 artificiali, con conseguenti impatti sui luoghi e sulla viabilità;

- distribuire in un arco di tempo maggiore la produzione di smarino derivante dallo scavo delle gallerie, che consiste per le opere venete in più di 3milioni di metri cubi di materiale da allocare temporaneamente, in attesa della caratterizzazione e del conferimento finale.

Analogamente, le opere all'aperto come i viadotti, i movimenti materie, le opere di scavalco e sottopasso e le rimanenti lavorazioni sono state distribuite in ombra all'opera critica, considerando circa due fronti di avanzamento, in modo tale da realizzare almeno due viadotti in parallelo. Va comunque segnalato come la realizzazione dei viadotti è legata anche all'avanzamento delle opere di scavo, infatti per alcuni di essi la realizzazione deve essere successiva al completamento dei vicini imbocchi delle gallerie naturali (ad esempio il viadotto Assa).

In altri casi, si è scelto di anticipare la realizzazione di almeno 1 carreggiata al fine di poter utilizzare le opere appena fatte già come viabilità di cantiere ed alleggerire la viabilità ordinaria esistente dal carico dei mezzi in transito per gli approvvigionamenti (viadotto Boiadori, viadotto Velo).

Elemento a se stante è rappresentato dallo svincolo di interconnessione con la A22 e dalle opere ad esso collegate (viadotto Adige e cavalcavia sulla A22): questi lavori devono essere avviati per primi, in quanto l'interconnessione permette un collegamento con l'autostrada che favorisce in maniera netta l'approvvigionamento di materiali e l'allontanamento dei materiali di scavo provenienti dallo scavo della galleria di Valico, con evidente riduzione dell'impatto sulla cittadinanza e sul contesto urbano e produttivo di Besenello.

In definitiva, tenuto conto del percorso critico legato allo scavo della galleria di Valico e dei lavori di completamento porta alla previsione di una durata complessiva dell'Appalto pari a circa 3.490 giorni naturali e consecutivi, suddivisi in 1.170 giorni naturali e consecutivi per lo sviluppo dell'iter progettuale e 2.320 giorni naturali e consecutivi per l'esecuzione dei lavori.

*B.5 INDICAZIONI SU ACCESSIBILITA', UTILIZZO E MANUTENZIONE DELLE OPERE,
DEGLI IMPIANTI E DEI SERVIZI*

L'infrastruttura denominata A31 Nord da Piovene Rocchette alla A22 presenta le usuali caratteristiche autostradali, componendosi di due carreggiate separate da spartitraffico ciascuna con due corsie di marcia e corsia di emergenza, pertanto trattasi di un'infrastruttura che apparterrà alla rete primaria in ambito extraurbano.

L'opera risulta in Concessione e soggetta a pedaggio, quindi tutti gli accessi dalla viabilità ordinaria sono presidiati in corrispondenza dei caselli, che per il tratto in progetto sono due:

- casello - svincolo di Velo d'Astico progressiva ca. km 5+200 m;
- casello - svincolo di Valle dell'Astico progressiva ca. km 18+600 m.

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 dello svincolo d'interconnessione con la A22. Lo svincolo finale si presenta con l'usuale forma "a racchetta", una sorta dell'usuale schema a trombetta tipico della rete autostradale ma con doppio manufatto di scavalco: non sono presenti punti di esazione poiché si tratta di una comunicazione tra due sistemi analoghi e pedaggiati con lo stesso sistema tradizionale in vigore sulla rete nazionale.

L'utilizzo dell'autostrada è regolamentato dal Codice della Strada e pertanto sono ammessi alla circolazione i soli veicoli a motore, esclusi i motoveicoli con cilindrata inferiore a 150cc, le motocarrozze (sidecar) con cilindrata inferiore a 250 cc, trattori e macchine agricole. Non sono ammessi transiti di pedoni, animali, velocipedi e macchine operatrici, mentre la sosta è autorizzata solo in condizioni di emergenza nella corsia dedicata o in piazzole appositamente predisposte ed eventualmente attrezzate con impiantistica di soccorso.

La manutenzione dell'infrastruttura è a carico del Concessionario dell'opera, il quale ha in carico una volta aperta al traffico la manutenzione ordinaria e straordinaria al fine di assicurare le ottimali condizioni di esercizio. La manutenzione tuttavia risente in maniera specifica di come l'infrastruttura è pensata nella sua architettura globale, intesa come punti di accesso/uscita e centri di servizio predisposti alla manutenzione. In questo senso il progetto preliminare non ha trascurato tale aspetto: sono stati infatti 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 sullo svincolo di 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 nei due centri prevede:

- per il centro di Valle dell'Astico: 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.
- per il centro in corrispondenza dello svincolo terminale di interconnessione con la A22: struttura coperta per ricovero di lame spazzaneve e spargisale, dei cloruri, uffici ed attrezzature per il personale.

Ovviamente le dotazioni previste nel secondo centro hanno dimensioni minori rispetto al primo essendo l'area di influenza decisamente minore.

Per quanto riguarda il secondo centro va segnalato come questo 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.

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 viene descritto nell'apposito capitolo relativo agli edifici a corredo dell'opera.

C. ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI

C.1 CALCOLI ESTIMATIVI GIUSTIFICATIVI DELLA SPESA

Il calcolo estimativo dei lavori è stato condotto applicando prezzi parametrici dedotti da computi metrici unitari sulle singole categorie di lavoro (rilevati, trincee, gallerie naturali, gallerie artificiali, opere minori, ecc.), redatte attraverso l'applicazione alle quantità unitarie (riferite all'unità di sviluppo delle tipologia di intervento o al numero di opere) per i relativi articoli di elenco prezzi.

Sono utilizzati i seguenti prezzi elementari:

- prezzi attinti dal prezzario 2011 delle “Nuove costruzioni” del Compartimento della Viabilità ANAS del Veneto, in quanto l'infrastruttura è ubicata prevalentemente in tale Regione;
- nuovi prezzi ricavati da specifiche analisi. Tale impostazione è stata seguita per le voci previste dal progetto in grandi quantità, per le quali sono ipotizzabili importanti economie di scala nell'acquisizione delle forniture e significative ottimizzazioni nello sviluppo delle lavorazioni;
- prezzi desunti dal dall'”Elenco prezzi manutenzione 2011” di ANAS – Area nord, applicando una riduzione percentuale costante del 20% che tiene conto, anche in questo caso, delle economie conseguibili in relazione alle maggiori quantità richieste nella realizzazione dell'opera rispetto ad un intervento manutentivo.

Per alcune voci, che movimentano importi poco significativi, si è proceduto con offerte di fornitori o attingendo da precedenti progetti approvati.

Si ritiene che l'impostazione seguita sia tale da garantire, nella prospettiva della futura gara di appalto, adeguati margini di concorrenzialità.

Con questo metodo si è proceduto in primo luogo individuando una struttura delle WBS (Work Breakdown Structure), individuando 3 livelli successivi:

Livello 1 - Categorie: suddivide il progetto longitudinalmente e trasversalmente in una categoria di opere con modalità affini di progettazione-realizzazione. Compongono tale livello:

- corpo stradale,
- svincoli,
- opere in sotterraneo,
- opere d'arte maggiori,
- opere d'arte minori,
- ...

Livello 2 – Opere: Individua all'interno di ogni categoria tutte le singole opere facenti parte dell'appalto. Compongono tale livello ad esempio :

- corpo stradale
- Viadotto Piovene
- Viadotto Boiadori
- Viadotto ennesimo
- Galleria S. Agata
- Galleria Cogollo
- Galleria ennesima
- Ecc.

Livello 3 Parti d'opera: Individua le parti d'opera che costituiscono le singole opere del livello precedente. Compongono tale livello:

- Rilevati
- Trincee
-

In questo livello intervengono le schede parametriche per la formulazione dei prezzi unitari composti di ciascuna parte d'opera.

Ciascuna scheda consente di applicare in funzione dell'estesa dell'opera e del suo valore il prezzo composto di riferimento: ad esempio per i rilevati autostradali sono state redatte le schede che identificano l'opera in sede naturale i rettilineo ed in curva, e per ciascun caso l'altezza del rilevato (differenza tra quota nera del terreno e quota rossa di progetto).

Analogamente si è proceduto per le altre tipologie di intervento.

Nel quadro economico la struttura delle voci che compongono i lavori è la seguente:

A) LAVORI
1-Tratti all'aperto
2-Gallerie
3-Viadotti e ponti
4-Svincoli ed interconnessioni, aree di servizio, centro di manutenzione
5-Opere minori
6-Impianti
7-Opere di mitigazione ambientale
8- Oneri della sicurezza
9- Recupero materiali di scavo

Per quanto riguarda le somme a disposizione sono state considerate le voci riportate nella tabella sottostante, tenendo conto, oltre che dei riferimenti normativi vigenti, dei contenuti convenzionali e della prassi in atto tra il Committente e la concedente ANAS:

B) SOMME A DISPOSIZIONE
Risoluzione interferenze
Monitoraggio ambientale
Indagini archeologiche
Prove di laboratorio
Allacciamenti ai pubblici servizi
Espropri
Spese generali e tecniche
Imprevisti

C.2 EVENTUALE ARTICOLAZIONE IN TRATTE FUNZIONALI

L'autostrada A31 Nord può essere realizzata con appalto unico relativo all'intera tratta, ma si presta anche ad ipotesi di suddivisione in macro lotti come di seguito illustrati:

- il primo, funzionale, potrebbe estendersi dal casello esistente di Piovene Rocchette (progressiva km 0) fino al casello di Valle dell'Astico (progressiva km 19 circa);
- il secondo dal casello di Valle dell'Astico fino all'interconnessione con la A22 (progressiva km39 circa).

I lotti, così ipotizzati, sarebbero all'incirca equivalenti in termini di estensione e categorie di lavoro, e potrebbero essere appaltati anche simultaneamente.

Tuttavia trattandosi di aspetti di dettaglio, considerata la fase progettuale in atto, per la definizione dell'argomento si fa rinvio alle successive fasi progettuali.

C.3 QUADRO ECONOMICO

Il quadro economico si compone di due parti:

- importo lavori;
- somme a disposizione.

I dettagli sono riportati nella tabella seguente:

A) LAVORI		
DESCRIZIONE DELLE CATEGORIE	% sui lavori soggetti a ribasso	IMPORTI TOTALI [€]
1-ASSE PRINCIPALE TRATTI ALL'APERTO E VIABILITA' MINORI	2,75%	47.248.000
2-GALLERIE	70,12%	1.203.417.000
3-VIADOTTI E PONTI	10,17%	174.496.000
4-SVINCOLI ed INTERCONNESSIONI, AREE DI SERVIZIO, CENTRO DI MANUTENZIONE	1,03%	17.598.000
5-OPERE MINORI	3,35%	57.567.000
6-IMPIANTI	11,89%	204.059.000
7-OPERE MITIGAZIONE AMBIENTALE	0,69%	11.772.000
TOTALE LAVORI SOGGETTI A RIBASSO		1.716.157.000
8-ONERI SICUREZZA		52.515.000
9-RECUPERO MATERIALI DI SCAVO		-46.425.000
TOTALE A BASE DI APPALTO		1.722.247.000
B) SOMME A DISPOSIZIONE		
RISOLUZIONE INTERFERENZE	€	14.406.000
MONITORAGGIO AMBIENTALE	€	5.400.000
INDAGINI ARCHEOLOGICHE	€	1.000.000
PROVE DI LABORATORIO	€	6.864.000
ALLACCIAMENTI AI PUBBLICI SERVIZI	€	1.000.000
ESPROPRI	€	43.300.000
SPESE GENERALI E TECNICHE	€	94.723.585
IMPREVISTI	€	34.444.940
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE		201.139.000
IMPORTO TOTALE IVA ESCLUSA		1.923.386.000

Tabella 32: quadro economico del progetto preliminare

C.4 SINTESI DELLE FORME E DELLE FONTI DI FINANZIAMENTO

L'opera è inserita nel Piano Economico Finanziario allegato alla Convenzione vigente tra ANAS e Autostrada Brescia Verona Vicenza Padova.

La copertura della spesa è prevista in totale autofinanziamento da parte di Autostrada Brescia Verona Vicenza Padova, senza ricorso ad alcuna forma di contributo, nell'ambito del citato Piano Economico Finanziario e dei suoi successivi aggiornamenti che potranno intervenire a norma della Convenzione stessa.