anas
GRUPPO FS ITALIANE

Struttura Territoriale Veneto e Friuli Venezia Giulia

Area Gestione Rete Veneto

S.S. 51 "DI ALEMAGNA"

Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico S.S. 51 - Km 95+100

A.Q. DG 84/21 LOTTO 13

Accordo quadro per "Servizi di progettazione definitiva ed esecutiva, relativi ad interventi di manutenzione straordinaria della sede stradale, per la durata di 1460 (millequattrocentosessanta) giorni"

PROGETTISTA:

R.T.I. : Studio Martini Ingegneria S.r.l. (Capogruppo)
SMQ Servizi e Controlli Tecnici S.r.l.
Studio Colleselli &Partners
ACS Ingegneri
DI.MO.RE S.r.l.
PARALLAB S.r.l.

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO
Ing. Fabrizio ZUDDAS

PROTOCOLLO *CDG - 0840790* DATA *30/09/2025*

PROGETTO STRADALE

Relazione tecnica stradale

PROGETTISTA E DIRETTORE TECNICO PER STUDIO MARTINI INGEGNERIA S.R.L.

Ing. Antonio MARTINI

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00EG00GENRE01A_Relazione_generale	
- - - - - -	-	- - - -	CODICE ELAB. T00PS00TRARE01A	A

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
D					
C					
B					
A	PRIMA EMISSIONE	18/03/2026	JJA	JJA	AM

INDICE

1. PREMESSA 3

2. RIFERIMENTI NORMATIVI 7

3. TRACCIATO PROVVISORIO S.S. 51 8

3.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO 8
3.2 INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELL'ACCESSO ALL'ECOCENTRO 10
3.3 SEZIONI TIPO 11
3.4 ELEMENTI GEOMETRICI DEL TRACCIATO 13
3.5 VERIFICHE PLANO-ALTIMETRICHE 14
3.5.1 Verifiche planimetriche 15
3.5.2 Verifiche altimetriche 16
3.6 DIAGRAMMA DI VELOCITÀ E VISIBILITÀ 16
3.7 DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE 18
3.7.1 Tipologia pacchetto stradale 19
3.7.2 Structural number "SN" 20
3.7.3 Affidabilita' ed indice "PSI" 21
3.7.4 Traffico di progetto (TGMA) 21
3.7.5 Traffico commerciale "TN" 22
3.7.6 Traffico equivalente "N8.2 TON" 23
3.7.7 Traffico sopportabile equivalente "W8.2 ton" 25

4. PISTA CICLOPEDONALE 27

4.1 DESCRIZIONE 27
4.2 PACCHETTO PAVIMENTAZIONE PISTA CICLOPEDONALE 28

5. BARRIERE DI SICUREZZA 29

5.1 GENERALITÀ 29
5.2 RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI 30

5.3 INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DA PROTEGGERE 31
5.4 CRITERI DI SCELTA DEI DISPOSITIVI DI SICUREZZA STRADALE E CARATTERISTICHE DISPOSITIVI 32
5.5 TIPOLOGIA DI BARRIERA DI SICUREZZA 35
5.6 TRANSIZIONI 36
5.7 TERMINALI SPECIALI 37
5.8 TERMINALI SEMPLICI 38
6. SEGNALETICA STRADALE 39
7. ALLEGATI 40

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica stradale è parte integrante del progetto PFTE/ESECUTIVO relativo all'intervento di "Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico al km 95 +100 della Strada Statale n. 51".

Il progetto si inserisce nell'ambito dell'Accordo Quadro DG 84/21 Lotto 13, per l'affidamento dei "Servizi di progettazione definitiva ed esecutiva, relativi ad interventi di manutenzione straordinaria della sede stradale, per la durata di 1460 (millequattrocentosessanta) giorni" per la Struttura Territoriale ANAS S.p.A. del Veneto e Friuli-Venezia Giulia. - S.S. 51 di "Alemagna".

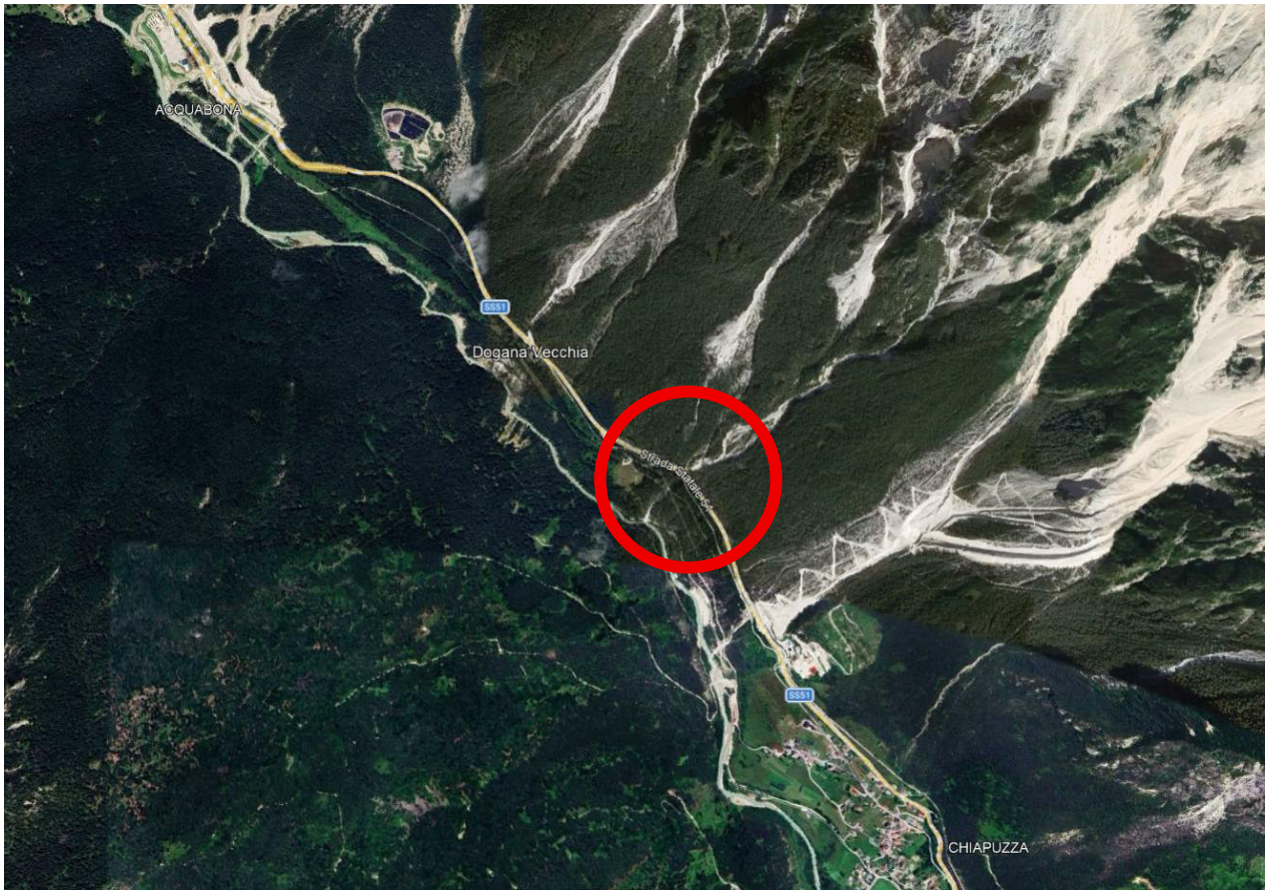


Figura 1: Inquadramento su Ortofoto

La zona di intervento è situata in Comune di San Vito di Cadore, in loc. Ponte del Venco, lungo il tratto di S.S. 51 "di Alemagna" che dal centro abitato di Chiapuzza sale verso Cortina d'Ampezzo. L'ambito si presenta compreso nell'area di scarico del compluvio denominato Ru del Venco. Tale area è caratterizzata

dalla presenza di aree di accumulo di colate detritiche che si originano nelle parti alte del Ru del Venco e dalle propaggini meridionali della Croda Marcora. Al piede della parete rocciosa esistono tre compluvi principali, sede di debris flow, che confluiscono nella depressione morfologica del Ru del Venco.

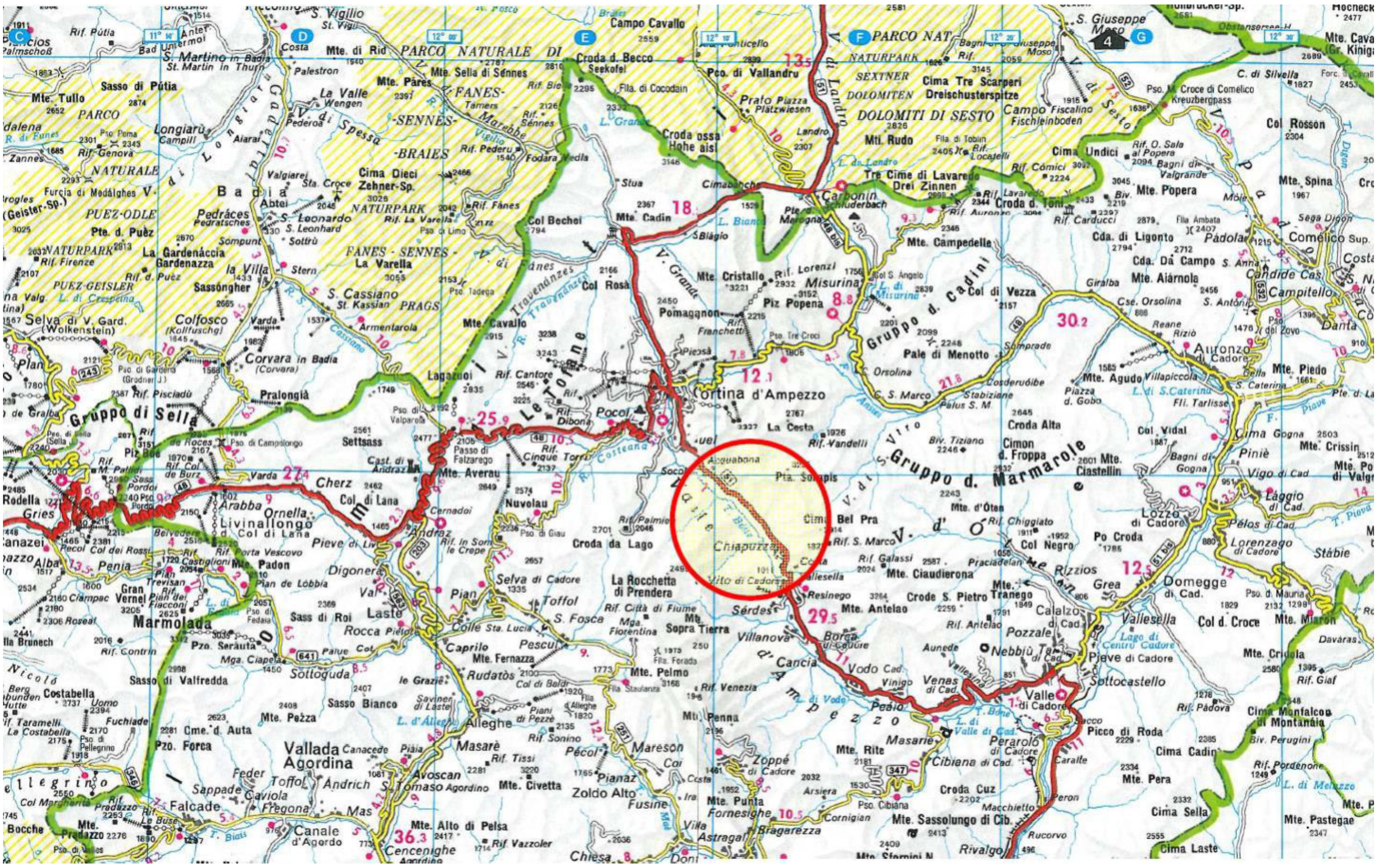


Figura 2: Inquadramento territoriale della zona di intervento

A seguito di significativi eventi franosi che hanno imposto l'interdizione al traffico della sede stradale, misura necessaria sia per garantire l'incolumità dell'utenza, sia per consentire l'esecuzione delle operazioni di sgombero e ripristino mediante l'impiego di macchinari specializzati, si sono riscontrati notevoli disagi per la popolazione e i pendolari che percorrono quotidianamente la S.S. 51.

In considerazione di quanto esposto, il presente progetto prevede la realizzazione di una variante provvisoria a Sud dell'attuale tracciato, finalizzata a garantire la continuità della circolazione e la fruibilità dell'arteria stradale anche in concomitanza di potenziali nuovi fenomeni di instabilità. Tale infrastruttura temporanea rimarrà in esercizio fino al completamento degli interventi definitivi sulla sede originaria della S.S. 51.

L'intervento in nuova sede per la Strada Statale n. 51 sarà realizzato con caratteristiche di strada tipo C2 con una larghezza della piattaforma pari a 9,5 metri.

Il nuovo tracciato richiede della realizzazione di un ponte con tipologia costruttiva definita come provvisoria (Tab. 2.4.1 NTC 2018) costituito da n°3 campate di lunghezza rispettivamente (direzione San Vito verso Cortina) 33m, 27m e 27m e di lunghezza complessiva 87,74 metri. Le tre campate sono sostenute da due pile centrali e due spalle laterali.

Inoltre, il tracciato della pista ciclopedonale esistente, interrotto dalla realizzazione della nuova opera, viene ripristinato mediante una variante plani-altimetrica caratterizzata da una serie di tornanti, necessari per raccordare il percorso alla quota altimetrica del ponte e assicurarne l'affiancamento a quest'ultimo. In corrispondenza dell'impalcato, per esigenze di ottimizzazione degli spazi, si è scelto di limitare la sezione di transito, configurandola come percorso pedonale con conduzione della bicicletta a mano; tale soluzione viene attuata mediante l'inserimento, sul lato valle della struttura, di una passerella dedicata di larghezza pari a 1,50 m.
Nel progetto è compresso anche la progettazione della nuova strada di collegamento con l'Ecocentro per garantire il pieno accesso al predio.

Si specifica che l'opera in oggetto è configurata come infrastruttura a carattere strettamente provvisorio. In ragione di tale temporaneità, i criteri progettuali sono stati focalizzati sugli elementi essenziali, adottando soluzioni semplificate pur garantendo, per quanto tecnicamente applicabile, la conformità ai requisiti di sicurezza e alle normative vigenti.

In tale contesto, l'attuale configurazione progettuale rappresenta l'esito finale di un articolato processo iterativo che ha visto lo sviluppo e la condivisione tra le parti interessate di sette successive varianti. Ciascuna alternativa è stata oggetto di approfonditi studi tecnici e affinamenti mirati a ottimizzare i parametri planimetrici, altimetrici e strutturali, con l'obiettivo di rispondere puntualmente alle criticità emerse in fase di analisi. In tale ambito, sono state integrate valutazioni specialistiche relative alla rete ciclopodonale, all'assetto idraulico e alla viabilità di accesso all'ecocentro, garantendo una sintesi progettuale organica. Tale percorso di revisione ha permesso di convergere verso la soluzione odierna, individuata come la più funzionale, tecnicamente fattibile e conveniente sotto il profilo realizzativo.

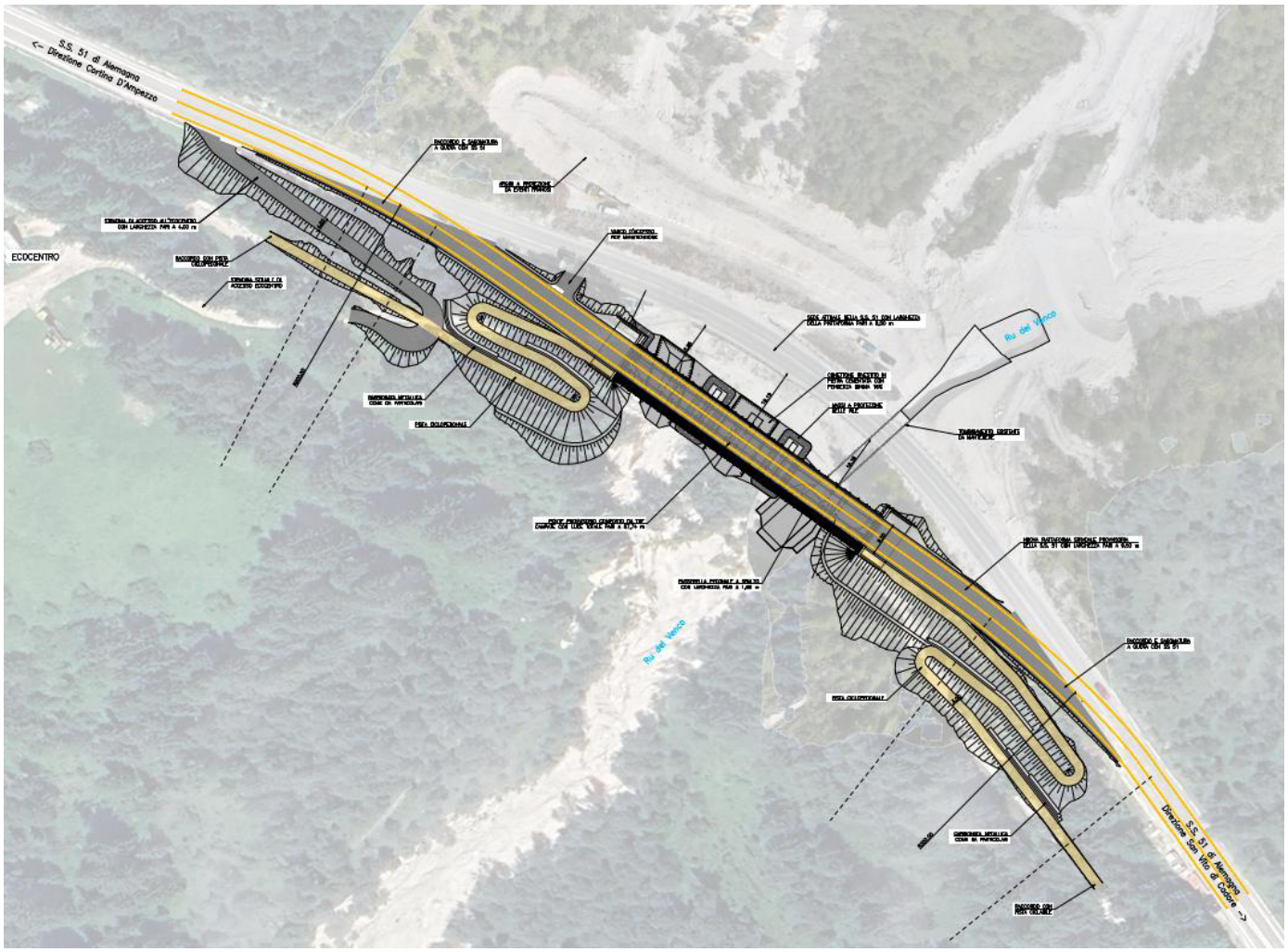


Figura 3: Planimetria di progetto su ortofoto

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente progetto, relativamente agli aspetti stradali, è stato redatto sulla base dei seguenti riferimenti normativi:

- D.lgs. 30-04-92, n. 285 e s.m.i.: "Nuovo Codice della Strada";
- D.P.R. 495/92 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della Strada"
- D.M. 05-11-01, n. 6792 e s.m.i.: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" così come modificato dal D.M. 22-04-04 che rende le citate norme di riferimento per gli adeguamenti delle strade esistenti;
- D.M. 05-06-01, G.U. n. 217: "Sicurezza nelle Gallerie Stradali";
- D.M. 18-02-92, n. 223: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza", così come aggiornato dal DM 21/06/04: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
- D.M. 28-06-2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale", pubblicato sulla G.U. n. 233 del 06-10-2011;
- D.M. 19-04-06 "Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", pubblicato sulla G.U. n. 170 del 24-07-06;
- Norme tecniche C.R.N. – UNI 10006/63 "Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica di impiego delle terre";
- Circolare del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio 15 luglio 2005 n. 5205;

3. TRACCIATO PROVVISORIO S.S. 51

3.1 Descrizione del tracciato

Il nuovo tracciato stradale si sviluppa interamente sul versante a valle della S.S. 51 salvo i raccordi alla viabilità esistente, per una lunghezza complessiva di 353 metri con una sezione di categoria C – Extraurbane Secondarie tipo C2 secondo quanto previsto dal D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Di seguito uno estratto dell'elaborato di progetto del tracciato transitorio per la deviazione della S.S. 51:

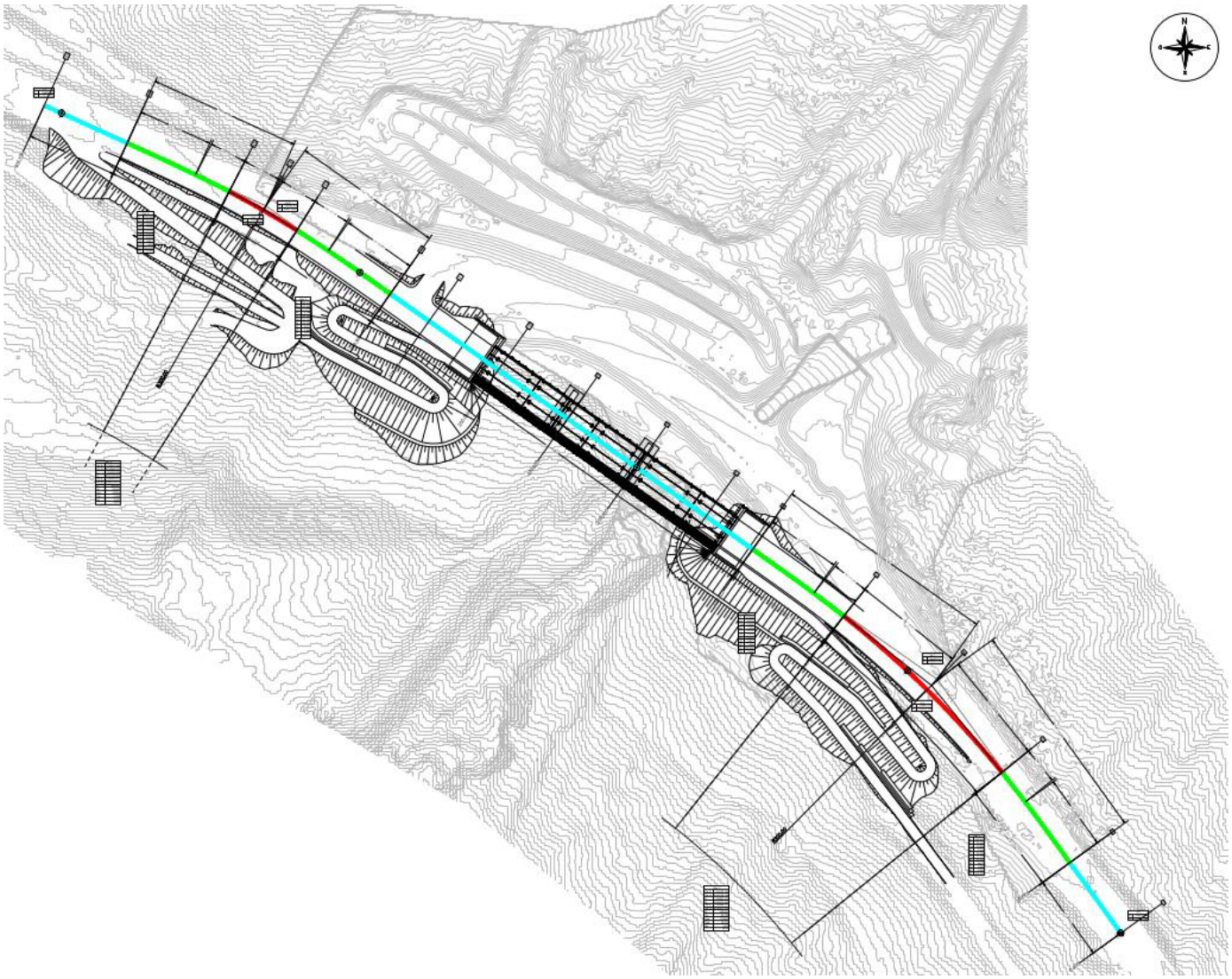


Figura 4: Planimetria di tracciamento

Il tracciato planimetrico dell'asse provvisorio si sviluppa in direzione Sud verso Nord per un'estensione complessiva di circa 353 metri. L'andamento è definito da due curve circolari e tre rettifili, i cui dettagli geometrici sono analiticamente riportati nei relativi elaborati di tracciamento. Il raccordo tra i tratti rettilinei e quelli circolari è garantito dall'interposizione di curve di transizione a raggio variabile (clotoidi). Si precisa, infine, che il primo e l'ultimo rettifilo fungono esclusivamente da elementi di riferimento per la definizione del tracciato stesso.

Tale impostazione consente uno scostamento di circa 15 metri verso valle rispetto al sedime attuale, finalizzato ad agevolare la cantierizzazione e l'esecuzione delle opere senza interferire con la continuità della circolazione veicolare. La configurazione proposta assicura, inoltre, un adeguato franco verticale al di sotto dell'impalcato, atto a garantire il libero transito di materiale detritico in corrispondenza di potenziali nuovi fenomeni di instabilità dei versanti.

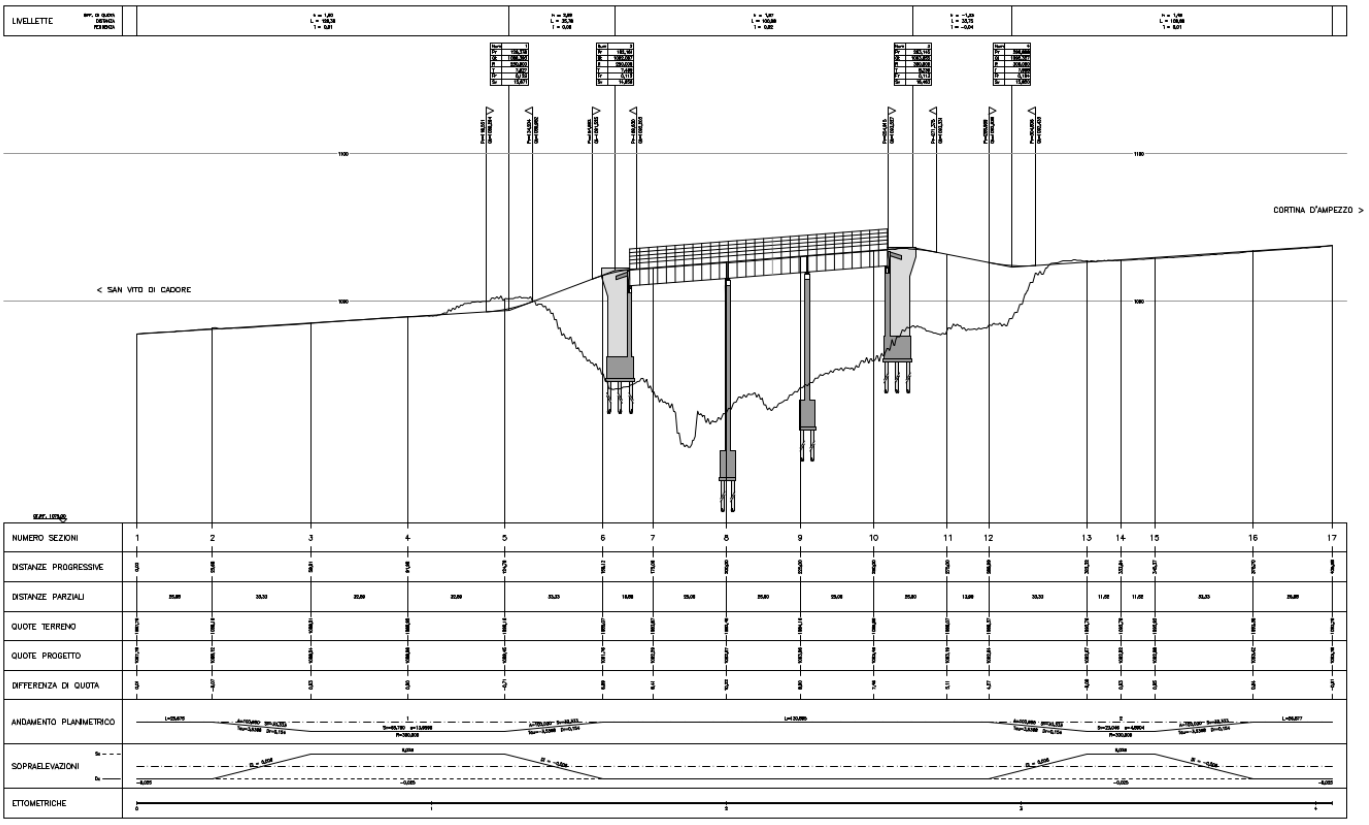


Figura 5: Profilo longitudinale

Dal punto di vista altimetrico, il profilo longitudinale del tracciato è definito da cinque livellette rettilinee e quattro raccordi verticali. Risulta fondamentale evidenziare che, per specifiche esigenze progettuali, la quota del piano viabile del ponte è stata prevista con un sovralzo di 2 metri rispetto all'attuale sedime stradale; tale configurazione ha richiesto l'inserimento di rampe di raccordo che raggiungono una pendenza massima del 7,5% sul versante di San Vito di Cadore.

Tale impostazione del profilo è stata adottata per minimizzare l'estensione delle aree di occupazione e garantire il riallaccio alla viabilità esistente senza determinare interferenze con la stessa.

3.2 Interventi di adeguamento dell'accesso all'Ecocentro

In merito alle opere di riconfigurazione dell'accesso all'Ecocentro, la viabilità di servizio è stata oggetto di una revisione plano-altimetrica volta a garantirne la piena compatibilità con gli interventi previsti dal presente progetto e a ottimizzare i flussi dei mezzi che fanno utilizzo in fase di ingresso e uscita dalla struttura.

Sotto il profilo planimetrico, il tracciato è stato traslato verso Nord (direzione Cortina d'Ampezzo), prevedendo la realizzazione di un nuovo varco nelle barriere di sicurezza esistenti. Da tale punto, l'asse stradale si sviluppa verso Sud fino a ricongiungersi alla viabilità attuale; tale innesto è coadiuvato da un ampio piazzale di manovra, specificamente dimensionato per consentire il raggio di curvatura necessario ai mezzi operativi per invertire la marcia o immettersi nel flusso veicolare in condizioni di massima sicurezza.

Dal punto di vista altimetrico, la nuova rampa d'accesso è stata progettata con una pendenza massima longitudinale dell'8%, valore che si mantiene cautelativamente al di sotto della soglia del 10% comunemente indicata per la viabilità locale. Sebbene la natura della strada, catalogata per usi specifici e limitati, non imponga il rispetto di normative tecniche stringenti tipiche della viabilità ordinaria, il progetto ha comunque perseguito l'osservanza dei criteri di buona tecnica e degli standard di sicurezza stradale. La piattaforma stradale presenta una larghezza costante di 4,00 metri, con l'eccezione del tratto in corrispondenza del raccordo finale, dove la sezione viene opportunamente allargata per agevolare le manovre d'ingombro.

Infine, la struttura del pacchetto stradale è stata definita in analogia a quella adottata per la S.S. 51 provvisoria, garantendo uniformità prestazionale. L'unica variante tecnica riguarda lo strato di fondazione,

che è stato ridimensionato con uno spessore di 30 cm in luogo dei 40 cm originari, mantenendo comunque una portanza adeguata ai carichi previsti per l'esercizio dell'area.

3.3 Sezioni tipo

L'intervento in nuova sede per la Strada Statale n. 51 sarà realizzato con caratteristiche di strada tipo C2 – Extraurbano Secondario, secondo la classificazione del D.M. del 05/11/2001 n. 6972 *"Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"*.

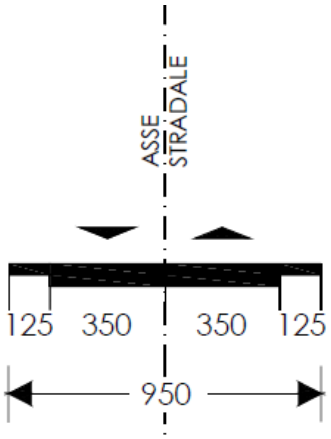


Figura 6: Strada tipo C2

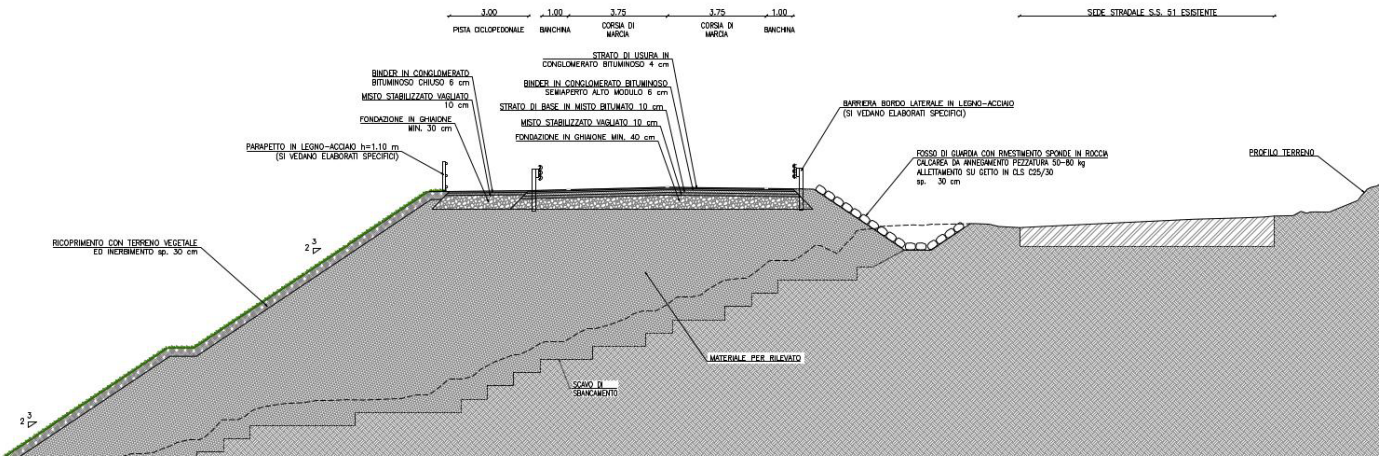
Tuttavia è stata utilizzata una piattaforma di dimensioni differenti a quella indicata, in accordo con le esigenze della tratta in oggetto e per omogeneità con la sezione stradale esistente, che vedono la necessità di allargare corsie al fine di consentire il traffico dei mezzi pesanti e di trasposto pubblico.

Nel dettaglio la sezione viene composto da:

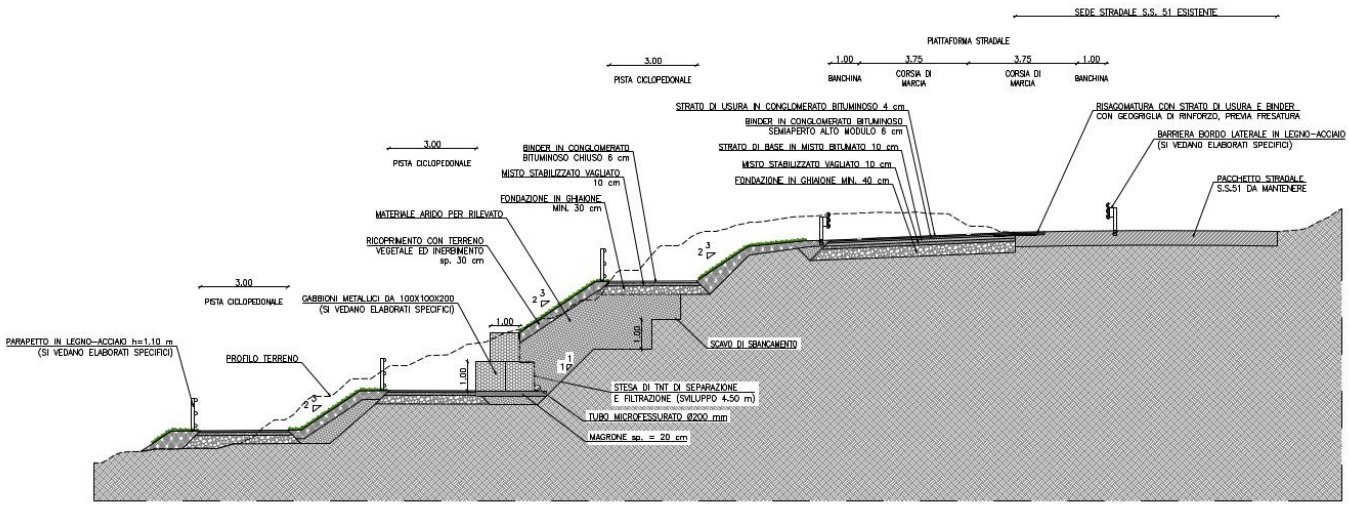
- Corsie di larghezza pari a 3,75 m;
- Banchine di larghezza pari a 1,00 m.

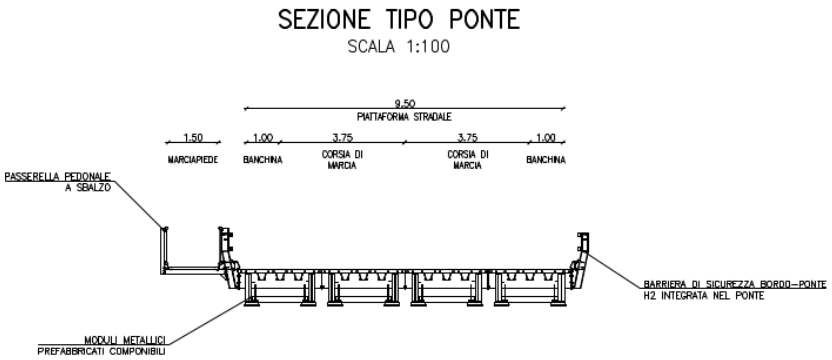
La sezione tipologica è completata dalla realizzazione, su ambo i lati, di apposite scoline collegate ai fossi di guardia o alla pista ciclopedonale esistente.

SEZIONE TIPO RILEVATO CON PISTA CICLOPEDONALE IN AFFIANCAMENTO
SCALA 1:100



SEZIONE A TIPO RILEVATO
SCALA 1:100





3.4 Elementi geometrici del tracciato

Il progetto stradale definisce univocamente la configurazione spaziale dell'infrastruttura attraverso un output rigoroso di elementi geometrici plano-altimetrici, i quali determinano lo sviluppo tridimensionale dell'asse in piena conformità con le normative tecniche vigenti. Tale assetto è il risultato dell'integrazione coerente tra l'andamento planimetrico, caratterizzato da rettifili, curve circolari e archi di raccordo a raggio variabile per la continuità della curvatura, e il profilo altimetrico, definito da livellette a pendenza costante e raccordi verticali concavi o convessi necessari per garantire i parametri di visibilità e comfort.

L'interazione sistematica di queste componenti garantisce non solo l'efficienza funzionale del tracciato, ma anche i massimi standard di sicurezza operativa per l'utenza stradale; a tal fine, l'Allegato A riporta nel dettaglio l'elenco esaustivo e la descrizione tecnica di tutti gli elementi geometrici che compongono il tracciato dell'asse denominato "S.S. 51 Provvisorio", fornendo i dati analitici necessari per la corretta individuazione e il successivo picchettamento dell'opera.

Tabella 1: Elementi planimetrici

N.	Elemento	Progressiva iniziale	Sviluppo	Raggio	Angolo iniziale	Angolo finale	Parametro A
1	Rettifilo	0	25,675				
2	Clotoide	25,675	33,333		360,1592	356,6224	100
3	Raccordo	59,008	65,78	300	356,6224	342,6634	
4	Clotoide	124,789	33,333		342,6634	339,1266	100
5	Rettifilo	158,122	130,865				
6	Clotoide	288,987	33,333		339,1266	335,5898	100
7	Raccordo	322,321	23,046	300	335,5898	330,6994	

8	Clotoide	345,366	33,333		330,6994	327,1626	100
9	Rettifilo	378,7	26,877				

Tabella 2: Elementi altimetrici

N.	Elemento	Progressiva iniziale	Sviluppo	Raggio	Pendenza iniziale	Pendenza finale
1	Livelletta	0	118,56		0,013	0,013
2	Parabola altimetrica	118,551	15,671	250	0,013	0,075
3	Livelletta	134,204	20,545		0,075	0,075
4	Parabola altimetrica	154,692	14,956	250	0,075	0,016
5	Livelletta	169,63	85,295		0,016	0,016
6	Parabola altimetrica	254,915	16,463	300	0,016	-0,039
7	Livelletta	271,375	17,628		-0,039	-0,039
8	Parabola altimetrica	288,989	15,82	300	-0,039	0,013
9	Livelletta	304,806	100,779		0,013	0,013

3.5 Verifiche plano-altimetriche

La geometria plano-altimetrica della strada di deviazione è stata verificata secondo quanto previsto dalla normativa vigente al fine di garantire la sicurezza e la funzionalità del tracciato provvisorio in relazione alle condizioni di esercizio previste. In particolare, sono stati verificati i seguenti aspetti:

- Raggi di curvatura planimetrica, verificando che fossero compatibili con la velocità di progetto stabilita per la deviazione, nel rispetto delle norme tecniche vigenti e limitazioni del luogo.
- Pendenze longitudinali, mantenute entro limiti accettabili per garantire una buona aderenza e manovrabilità dei veicoli, anche in condizioni meteorologiche avverse.
- Pendenze trasversali, verificate per assicurare un corretto deflusso delle acque superficiali, evitando ristagni o fenomeni di scivolosità.
- Sviluppo altimetrico del tracciato, progettato per minimizzare i movimenti terra e garantire la compatibilità con le quote esistenti agli innesti e alle interferenze.

Per effettuare le verifiche planimetriche e altimetriche previste dal D.M. 05/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” si è assunto un valore di velocità di progetto pari a 50 Km/h in

considerazione del carattere provvisorio dell'intervento, la limitazione dovuto alla morfologia del terreno e prendendo in considerazione anche che la velocità attuale di percorrenza della S.S. 51.

Per l'esecuzione di tali verifiche di conformità normativa, è stato impiegato un software specialistico di progettazione stradale, in questo caso Roads di Sierrasoft, all'interno del quale è stato implementato il modello tridimensionale (3D) dell'infrastruttura. Questa modellazione ha consentito di accertare la rispondenza alle norme vigenti sia per quanto attiene al dimensionamento geometrico degli elementi altimetrici, sia per la verifica della visibilità d'arresto e di sorpasso lungo l'asse di progetto per un veicolo in transito.

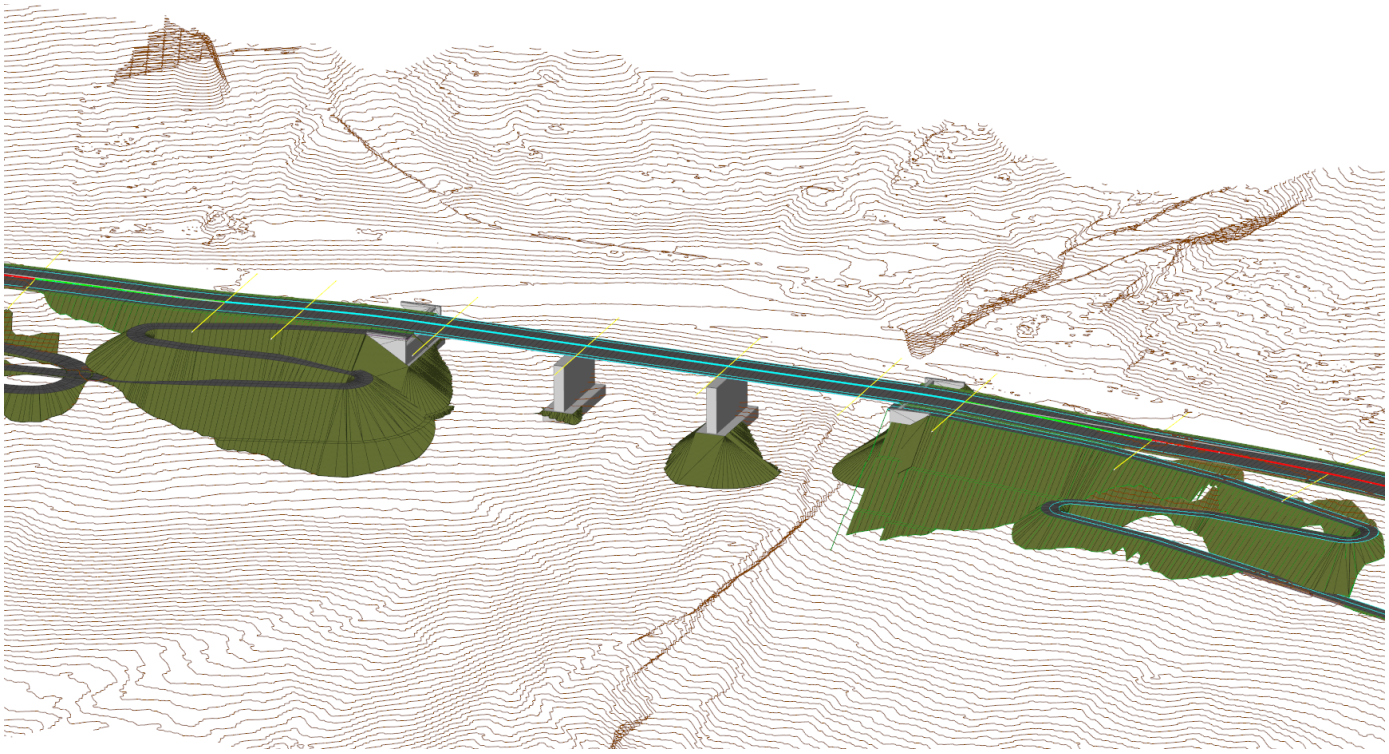


Figura 7: Estratto del modello dal software di progettazione "Roads"

3.5.1 Verifiche planimetriche

La categoria stradale a cui appartiene l'asse principale è la C2 extraurbane secondarie secondo il D.M. 05/11/2001. In funzione della categoria stradale e delle velocità di progetto, desunte puntualmente dal

diagramma delle velocità, si sono dimensionati i singoli elementi geometrici costitutivi l'asse principale. Questi elementi e la composizione d'insieme degli stessi, rispettano le prescrizioni del D.M. 05/11/2001.

Nell'allegato B vengono richiamate le verifiche a normativa fatte sull'asse e la loro conformità. A tal proposito si segnala che nella verifica planimetrica la seconda curva analizzata risulta essere fuori normativa in quanto lo sviluppo della stessa è troppo corto, ma per le caratteristiche del sito e anche dell'intervento è trascurabile davanti agli altri parametri che sono rispettati.

Il primo e l'ultimo rettifilo sono stati inseriti ai soli fini costruttivi del modello di calcolo e quindi non è da considerarsi inficiante ai fini del controllo normativo.

3.5.2 Verifiche altimetriche

Lo sviluppo del profilo longitudinale è stato condotto perseguendo il massimo adeguamento possibile ai parametri suggeriti dalla normativa vigente, ricercando un equilibrio tecnico tra l'efficienza del tracciato e i severi vincoli territoriali e ambientali riscontrati in sito; pertanto, laddove le condizioni di inserimento lo hanno imposto, si è proceduto a un'ottimizzazione geometrica volta a garantire comunque i necessari standard di sicurezza e funzionalità operativa dell'infrastruttura.

Nell'allegato C si riportano le caratteristiche geometriche delle livellette e gli esiti delle verifiche sulle pendenze.

3.6 Diagramma di velocità e visibilità

La verifica delle distanze di visuale libera, secondo quanto previsto dal D.M. 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" viene effettuata calcolando la distanza massima a cui un utente che percorre l'asse stradale può vedere un ostacolo, confrontandola con la distanza necessaria per l'arresto del veicolo in relazione alla velocità di percorrenza. Il punto di vista considerato per il calcolo viene considerato in asse alla corsia ad un'altezza H = 1,10m dal piano stradale mentre l'ostacolo viene posizionato sempre in asse corsia ad un'altezza di H = 0,10m dal piano stradale.

Si fa presente che nel caso in oggetto non viene considerata la verifica della distanza di sorpasso in quanto tale manovra è vietata per l'asse stradale in oggetto, per trattarsi di un tratto su ponte e con due curve consecutive.

L'attuale normativa fornisce un abaco per il calcolo della visibilità necessaria per l'arresto mentre la distanza di visuale libera viene calcolata geometricamente e corrisponde alla massima possibile.

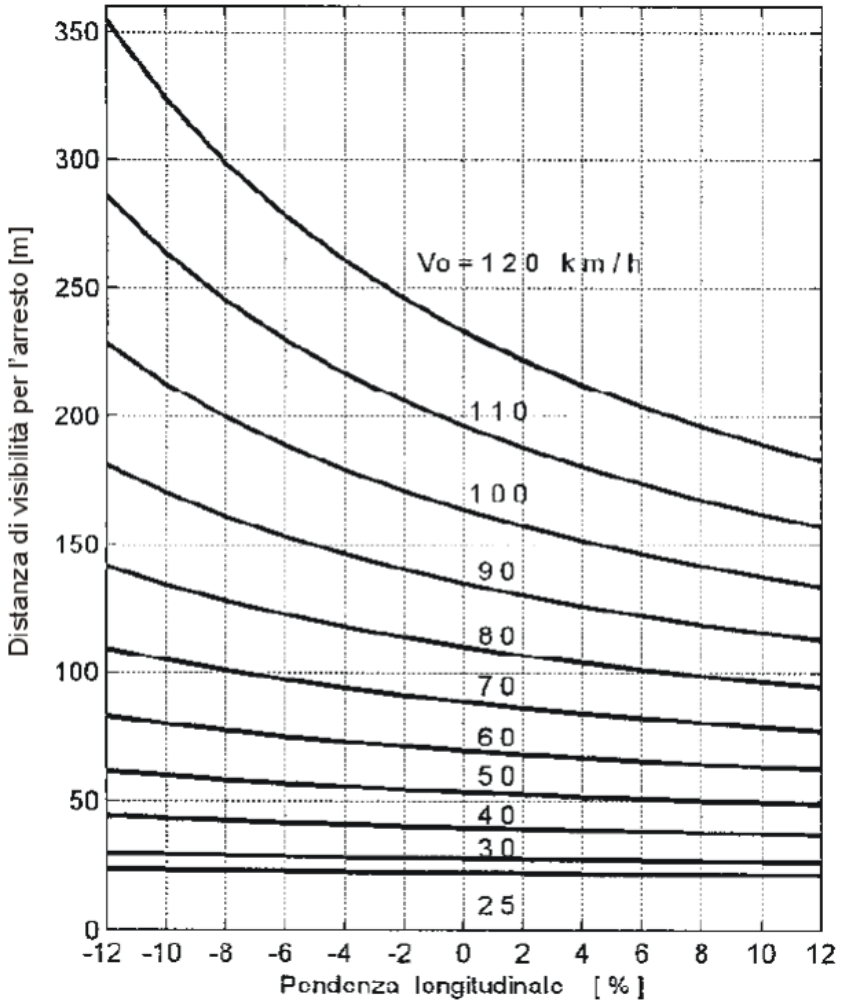


Figura 8: Estratto del DM 05/11/2001 Fig. 5.1.2.b "Distanze di visibilità per l'arresto per le altre strade"

Tale confronto viene realizzato in automatico dal software che, costruendo un modello tridimensionale della soluzione progettuale riesce a calcolare qual è a massima distanza di visuale libera per l'utente confrontandola in ogni punto dell'asse con la distanza necessaria per l'arresto del veicolo desunta dal diagramma delle velocità, in questo caso 50 Km/h.

Le verifiche sono state costruite rispettando le distanze di visuale libera necessarie all'arresto del veicolo in caso di ostacolo in carreggiata. I risultati così ottenuti sono raccolti in un diagramma simile a quello riportato di seguito; per un maggior dettaglio si vedano i relativi elaborati di progetto.

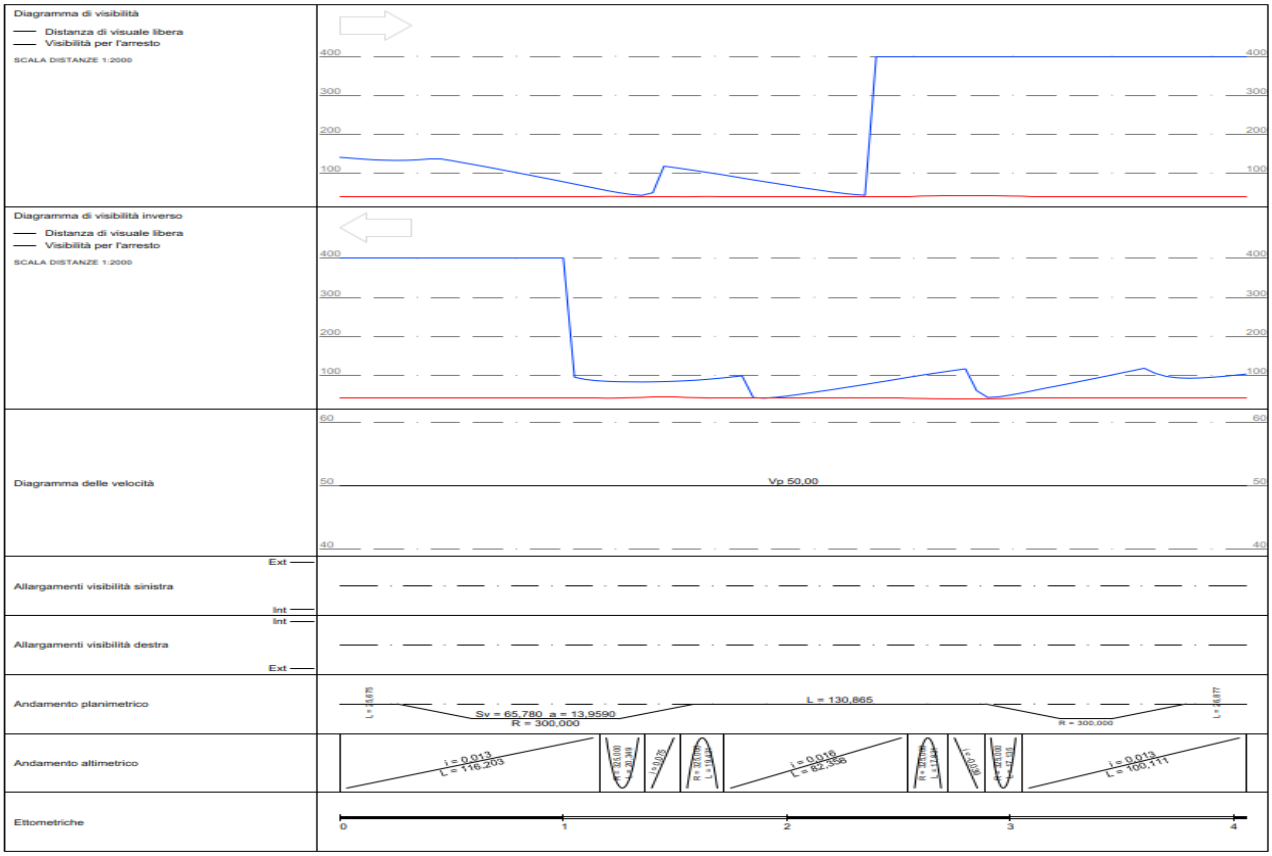


Figura 9: Diagramma velocità e visibilità

3.7 Dimensionamento della sovrastruttura stradale

Visto il carattere provvisorio, l'intervento verrà realizzato adottando il pacchetto stradale rappresentato nella seguente figura:

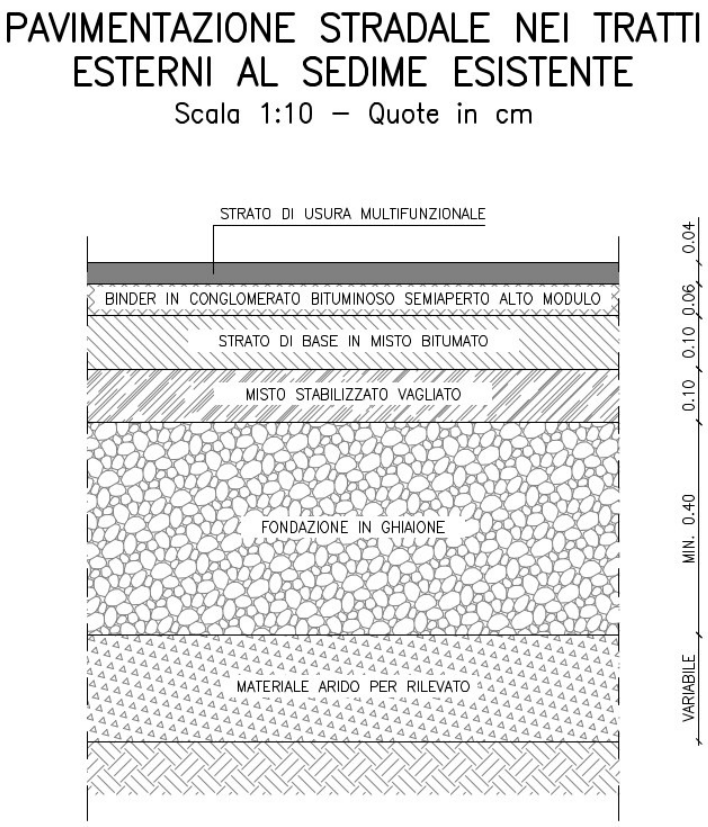


Figura 10: Pacchetto stradale

Nella presente relazione si riporta la verifica delle varie tipologie di sovrastruttura (fondazione + pacchetto conglomerato bituminoso) che costituiranno la pavimentazione dell'asse stradale che si prevede di realizzare; verifica che viene effettuata sulla base del metodo empiro-teorico riportato nell' "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES" basato sui risultati dell'esperimento AASHTO.

3.7.1 Tipologia pacchetto stradale

Si prevede il ricorso ad una pavimentazione di tipo flessibile mediante ricorso di conglomerati bituminosi, misto granulare, misto stabilizzato e con utilizzo di materiali riciclati dove sia possibile. Nello specifico il "pacchetto" costituente la sovrastruttura stradale in rilevato, è il seguente:

- Usura (conglomerato bituminoso) = 4 cm;

- Binder o collegamento (conglomerato bituminoso) = 6 cm;
- Base (conglomerato bituminoso) = 10 cm;
- Misto stabilizzato granulare = 10 cm;
- Strato di fondazione in misto granulare = min 40 cm.

3.7.2 Structural number "SN"

Lo "structural number" SN è un parametro che tiene conto della "resistenza strutturale" della pavimentazione e dipende da:

- spessori degli strati si; (in cm);
- "resistenza" di ciascun strato del pacchetto, espressa attraverso i "coefficienti strutturali di strato" ai (n° puro);
- sensibilità all'acqua di ogni strato espressa tramite i "coefficienti di drenaggio" mi.

Con riferimento:

- per gli spessori = al pacchetto previsto per l'asse principale della S.S. 51;
- per i coefficienti strutturali di strato "ai" = ai monogrammi dell'AASHTO GUIDE ed a quanto riportato sul testo "Corpo stradale e pavimentazioni" di Paolo Ferrari e Franco Giannini;

ed assegnando, per i coefficienti di drenaggio "mi" i valori:

- mi = 1 per strati legati con bitume;
- mi = 0,95 per lo stratto di misto stabilizzato granulare;
- mi = 0,90 per lo strato della fondazione;

si ottiene il seguente valore "SN":

CALCOLO DEL SN PROGETTO

		(1)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1) x (2) x (3) x (4)
N°	Strati del pacchetto	Spessore (cm)	Spessore (pollici)	Coef. "ai"	Coef. Disminuzione	Coefficiente di Drenaggio "mi"	SNi strati
1	**Usura**	**4**	1,57480315	0,43	1	1	**0,68**
2	Collegamento	6	2,362204724	0,38	1	1	**0,90**
3	Base	10	3,937007874	0,28	1	1	**1,10**
4	Misto stabilizzato	10	3,937007874	0,125	1	0,95	**0,47**
5	Misto granulare	40	15,7480315	0,1	1	0,9	**1,42**
						SN (pollici) =	**3,88**
						SN (cm) =	**9,87**

*3.7.3 Affidabilita' ed indice **"PSI"***

Il metodo dell'AASHTO prevede che venga tenuto conto dell'affidabilità delle soluzioni (ossia della loro probabilità di sopravvivenza al termine della vita utile) e dell'indice di funzionalità PSI che assume valori compresi tra 5 (pavimentazioni in ottime condizioni) e 0 (pavimentazione in pessime condizioni).

Per tener conto delle imperfezioni costruttive il PSIiniziale viene assunto pari a 4,2 mentre per il PSIfinale si assumono i seguenti valori (si veda Bollettino CNR n. 178 del 1995):

- 2,5 = strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico (affidabilità 90%);
- 2,0 = strade di quartiere e locali (affidabilità 90%)

Nello specifico per l'asse principale della S.S. 51 "di Alemagna" si assumono i valori PSIiniziale = 4,2 e PSIfinale = 2,5.

3.7.4 Traffico di progetto (TGMA)

Nell'analisi del traffico devono tenersi in considerazione solo i veicoli pesanti, ossia quei veicoli che scaricano per asse più di 3 tonnellate, ciò significa supporre che i veicoli leggeri al loro passaggio non arrechino alcun danno alla sovrastruttura.

Per il progetto si è deciso di fare riferimento a dati di traffico più aggiornati presenti nei data base di Anas. I dati derivano dalla rete di sensori del sistema Panama che calcola tra le varie informazioni il Traffico Giornaliero Medio Annuo (TGMA) sulla base dei dati raccolti dalle singole postazioni.

Per il tratto della SS51 oggetto di intervento sono stati analizzati i dati di traffico ricavati dalla postazione n° 492 sezione di Cortina D'Ampezzo all'altezza della Km 96+419.

Tabella 3: Dati di traffico di progetto

DATI DI TRAFFICO DI PROGETTO					
Anno	POSTAZIONE n. 492				
	Cortina d'Ampezzo - S.S. 51 Km 96+419				
	Consistenza (gg)	Leggeri	Pesanti	Totale veicoli	% mezzi pesanti
2022	291	7681	215	7896	2,72
2023	281	7894	217	8111	2,68
2024	262	7988	248	8236	3,01
2025	*Dati non disponibili*				

Si precisa che i veicoli leggeri raggruppano i motocicli, le auto con e senza rimorchio e furgoni o camion (la cui sagoma corrisponde alle tipologie con portata inferiore alle 3 t) anch'essi con e senza rimorchio mentre i veicoli pesanti aggregano tutti gli altri veicoli, ovvero i camion "grandi" (la cui sagoma corrisponde a tipologie con portata al di sopra delle 3 t), gli autotreni, gli autoarticolati e i pullman.

Considerando i dati di traffico disponibili degli ultimi tre anni (2022, 2023, 2024) risulta un TGMA medio pari a 8081 veicoli.

3.7.5 Traffico commerciale "TN"

Per il calco del traffico commerciale "TN" relativo all'asse S.P. 81 si deve considerare:

- Vita utile = 5 anni (corrispondente al n° di anni durante i quali la pavimentazione deve assicurare condizioni di funzionalità > del PSIfinale = 2,5);
- TGM tot (valor medio giornaliero) = 10.000 vicoli/gg. (valore molto conservativo per il calcolo);

- R (tasso d'incremento annuo di traffico) = si ipotizza un tasso del 2%;
- po (% veicoli commerciali sulla corsia di marcia) = 3,5% (calcolata sulla base dei dati di rilievo di traffico eseguiti sulla SS 51)

Sulla scorta di quanto premesso si ottiene il seguente valore di "TN":

CALCULO DEL NUMERO DI PASSAGGI DI VEICOLI COMMERCIALI AL "N" ANNO			
Tipologia di strada	Extraurbana	**C**	
Vita utile della pavimentazione	N	**5**	[anni]
Traffico Giornaliero Medio	TGM	**10000**	[veic./gg]
Percentuale traffico nel senso di marcia	psm	**100**	[%]
Percentuale veicoli commerciali	pc	**3,5**	[%]
Percentuale veicoli commerciali sulla corsia*	pcorsia	**1**	
Tasso incremento annuo traffico commerciale	R	**2**	[%]
$n_{vca} = TGM_{TOT} \cdot p_{sm} \cdot p_c \cdot p_{corsia} \cdot 365$			
Traffico annuo	**nvca**	**127750**	
$T^N = n_{vca} \cdot \left[\frac{(1+R)^N - 1}{R}\right]$			
Traffico commerciale previsto	**TN**	**664816,1**	

3.7.6 Traffico equivalente "N8.2 TON"

Una volta determinato il n° di veicoli commerciali "TN" transitanti sino alla fine della vita utile fissata in N= 1 anno, si calcola, secondo il criterio fissato dalla AASHTO, il traffico convertito in assi standard equivalenti (80 kN = 8,2 ton) tramite la relazione:

N 8,2 = TN x CSN

Si riportano di seguito i calcoli relativi alla S.S. 51:

CNR 1995-CATALOGO DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI

STRADA EXTRAURBANA PRINCIPALI E SECONDARIE A FORTE TRAFFICO

tipo di veicolo	frequenza (%)	descrizione	10	15	20	30	40	50	60	80	90	100	110	120	130	Truck Factor TF	f * TF
1	0	autocarri leggeri	1		1												
			0,00024	0,00000	0,00391	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00415	0,0000
2	13,1	autocarri leggeri		1		1											
			0,00000	0,00124	0,00000	0,01978	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,02101	0,0028
3	39,5	autocarri medi e pesanti					1			1							
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,06250	0,00000	0,00000	1,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1,06250	0,4197
4	10,5	autocarri medi e pesanti						1					1				
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,15259	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	3,57446	0,00000	0,00000	3,72705	0,3913
5	7,9	autocarri pesanti					1			2							
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,06250	0,00000	0,00000	2,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2,06250	0,1629
6	2,6	autocarri pesanti							1			2					
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,31641	0,00000	0,00000	4,88281	0,00000	0,00000	0,00000	5,19922	0,1352
7	2,6	autotreni e autoarticolati					1			2	1						
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,06250	0,00000	0,00000	2,00000	1,60181	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	3,66431	0,0953
8	2,5	autotreni e autoarticolati							1			3					
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,31641	0,00000	0,00000	7,32422	0,00000	0,00000	0,00000	7,64063	0,1910
9	2,6	autotreni e autoarticolati					1			4							
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,06250	0,00000	0,00000	4,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	4,06250	0,1056
10	2,5	autotreni e autoarticolati							1		2	2					
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,31641	0,00000	3,20361	4,88281	0,00000	0,00000	0,00000	8,40283	0,2101
11	2,6	autotreni e autoarticolati					1			3		1					
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,06250	0,00000	0,00000	3,00000	0,00000	2,44141	0,00000	0,00000	0,00000	5,50391	0,1431
12	2,6	autotreni e autoarticolati							1		3		1				
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,31641	0,00000	4,80542	0,00000	3,57446	0,00000	0,00000	8,69629	0,2261
13	0,5	mezzi d'opera						1						1	3		
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,15259	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	5,06250	20,91870	26,13379	0,1307
14	0	autobus					1			1							
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,06250	0,00000	0,00000	1,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1,06250	0,0000
15	0	autobus							1			1					
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,31641	0,00000	0,00000	2,44141	0,00000	0,00000	0,00000	2,75781	0,0000
16	10,5	autobus						1		1							
			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,15259	0,00000	1,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1,15259	0,1210
																Ce	2,3348

Spettro di traffico della strada	Ce	2,3348
Traffico equivalente N8,2 ton	N8.2	1552213

3.7.7 Traffico sopportabile equivalente "W8.2 ton"

L'equazione per la verifica delle pavimentazioni flessibili è la seguente:

$$LogW_{18} = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot (\log SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \frac{(PSI_{in} - PSI_{fin})}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log M_r - 8.07$$

in cui:

- W_{18} è il numero di passaggi di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile;
- Z_r è il valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità R (che è la probabilità che il numero di ripetizioni di carico N_t (max) che portano il valore PSI = PSI_{fin} sia maggiore o uguale al numero di ripetizioni N_T realmente applicati alla sovrastruttura);
- S_0 è la deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione;
- PSI_{ini} è il grado di efficienza iniziale;
- PSI_{fin} è il grado di efficienza finale;
- M_r è il modulo resiliente del sottofondo [psi] (oss.:1 MPa = 145 psi);
- SN è lo structural number [inch].

In riferimento al parametro di affidabilità, è possibile ricavare il valore della variabile Z_r dalle prescrizioni dell'ASSHTO GUIDE; mentre la variabile S_0 assume un valore medio compreso tra 0.40 e 0.50.

Nel caso in esame si è assunto:

Zr =	-1,282
So =	0,45
PSIi =	4,2
PSIf =	2,5
Mr [psi] =	14503,8
SN =	4,56

Calcolando:

Zr x So =	-0,5769
log (SN+1) =	0,745231599
log ((PSIi-PSIf)/2,7) =	-0,200914843
(SN+1)^5,19 =	7374,829778
log (Mr) =	4,161481802
logW18 =	7,416701567
W18 =	26103669,79

Si è pertanto ottenuto i seguenti numeri da confrontare per la verifica:

N_{82t}	1.552.213	passaggi previsti di assi equivalenti
$W_{8.2t}$	26.103.669	passaggi sopportabili

Traffico sopportabile equivalente "W8,2 ton" > Traffico equivalente "N8,2 ton" Da cui il pacchetto di progetto previsto per il nuovo asse transitorio della S.S. 51 risulta: VERIFICATO

4. PISTA CICLOPEDONALE

4.1 Descrizione

L'attuale percorso ciclopedonale sarà oggetto di una variante plano-altimetrica finalizzata a raccordare il tracciato esistente con la quota del nuovo passaggio pedonale previsto a sbalzo sulla struttura. L'infrastruttura manterrà una larghezza costante di 3,00 metri, garantendo continuità funzionale e sicurezza mediante l'installazione di parapetti nei tratti dove si rendano necessari sistemi di protezione anticaduta.

Planimetricamente, la pista subisce una traslazione verso valle rispetto alla sede della S.S. 51. A sud, l'opera si raccorda con il sedime attuale per poi procedere verso nord attraverso lo sviluppo di due tornanti, necessari per raggiungere la quota del ponte provvisorio. In corrispondenza di tale attraversamento, per ragioni di natura strutturale, è prevista la prescrizione di transito con bicicletta a mano.

Oltre il manufatto, il tracciato prosegue verso nord mediante una seconda serie di tornanti, configurati per superare i dislivelli orografici e garantire il ricongiungimento con la pista preesistente. Sotto il profilo altimetrico, le rampe presentano una pendenza massima del 5,5% per brevi tratti, valore che si mantiene cautelativo rispetto al limite del 6% raccomandato per le infrastrutture ciclabili in ambiti extraurbani o turistici. A causa dei vincoli morfologici del sito, i tornanti sono progettati con un raggio all'asse pari a 3,00 metri.

Per la realizzazione dei tornanti e il contenimento del terreno, sono stati previsti gabbioni metallici. Tale soluzione tecnica è stata adottata per:

- Ottimizzazione spaziale: Massimizzazione dell'impronta a terra in contesti ristretti.
- Efficienza realizzativa: Sensibile riduzione dei tempi di posa in opera.
- Integrazione paesaggistica: Elevata compatibilità ambientale e capacità di drenaggio, garantendo una valorizzazione estetica del contesto d'intervento.

I parapetti saranno realizzati in legno, una scelta materica volta a mitigare l'impatto visivo e a garantire la coerenza architettonica dell'opera con l'ambiente circostante.

4.2 Pacchetto pavimentazione pista ciclopedonale

Il pacchetto strutturale previsto per la pavimentazione della pista ciclopedonale è costituito dalla seguente successione di strati:

- Binder o collegamento (conglomerato bituminoso) = 6 cm;
- Misto stabilizzato granulare = 10 cm;
- Strato di fondazione in misto granulare = 30 cm.

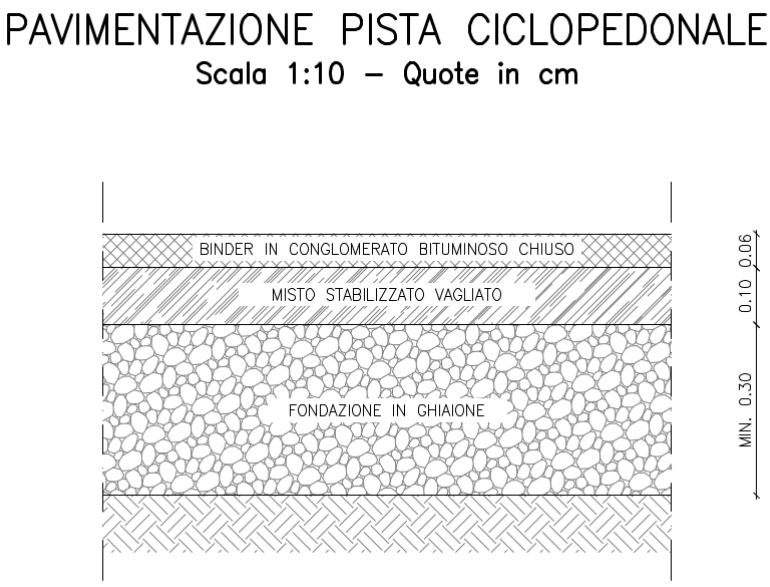


Figura 11: Pavimentazione pista ciclopedonale

La configurazione stratigrafica adottata non richiede specifiche verifiche di portanza complessa, in quanto la soluzione tecnica deriva da consolidata esperienza progettuale in ambiti analoghi. Tale pacchetto garantisce ampiamente la stabilità strutturale e la durabilità dell'opera in relazione ai carichi di esercizio previsti per la mobilità ciclistica e pedonale.

5. BARRIERE DI SICUREZZA

5.1 Generalità

Il presente punto illustra il progetto esecutivo dell'installazione delle barriere di sicurezza stradali relative all'asse principale nell'ambito della realizzazione del cosiddetto adeguamento della viabilità.

La presente relazione tecnica, in conformità a quanto richiesto dall'art. 2 del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223, fornisce le indicazioni per l'installazione delle barriere di sicurezza lungo i bordi laterali, sulle opere d'arte e nei punti del tracciato che necessitano di una specifica protezione per la presenza di ostacoli laterali, con particolare riferimento a quelle condizioni in cui si può determinare un urto frontale con veicoli in svio.

Per quanto concerne ai sistemi di ritenuta stradali, le stesse verranno introdotte su tutta la viabilità di progetto secondo quanto richiesto dalla Normativa vigente.

L'attuale configurazione della S.S. 51, nel tratto oggetto d'intervento, è caratterizzata dalla presenza di barriere di sicurezza installate sul margine sottoscarpa (lato valle). Tali dispositivi di ritenuta sono riconducibili alla tipologia da bordo rilevato e si distinguono per un rivestimento superficiale in legno, soluzione adottata per l'integrazione paesaggistica del manufatto.

Il progetto in esame prevede la rimozione e lo smantellamento delle barriere che costituiscono interferenza con le opere previste, contemplando contestualmente la posa in opera di nuovi dispositivi dotati di medesime caratteristiche prestazionali ed estetiche rispetto a quelli preesistenti. Tale scelta progettuale è finalizzata a garantire la continuità funzionale e l'omogeneità visiva dell'asse stradale, evitando frammentazioni nel prospetto d'insieme.

A completamento dell'intervento, si procederà alla realizzazione dei necessari elementi di transizione tra le diverse tipologie di barriera, assicurando la corretta trasmissione degli sforzi e la continuità del livello di contenimento. Tutte le fasi di progettazione e installazione dei dispositivi di ritenuta e dei terminali saranno condotte nel rigoroso rispetto delle normative vigenti in materia di sicurezza stradale e dei requisiti di conformità CE.

5.2 Riferimenti tecnici e normativi

- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004. “Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”.
- D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04). “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”.
- D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. (G.U. n. 63 del 16.03.92). “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”.
- D.M. 28 giugno 2011 (Gun. 233 del 06.10.2011) "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".
- D. Lgs. n. 285/92 e s.m.i. “Nuovo codice della Strada”.
- D.P.R. n. 495/92 e s.m.i. “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada”.
- D.M. 5 novembre 2001, n. 6792. “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”.
- Circolare Ministero dei Trasporti del 15.11.2007 “Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004”.
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”.
- Circolare del Ministero dei Trasporti N. 80173 del 05.10.2010 “Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale”.
- Norme UNI EN 1317 “Barriere di sicurezza stradali”:

- UNI EN 1317-1:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";
- UNI EN 1317-2:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari";
- UNI EN 1317-3:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";

- UNI ENV 1317-4:2003 “Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d’urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza”;
- UNI EN 1317-5:2012 “Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli”.
- UNI CEN/TS 1317-8:2012 “Sistemi di ritenuta stradali - Parte 8: Sistemi di ritenuta stradali motociclisti in grado di ridurre la severità dell’urto del motociclista in caso di collisione con le barriere di sicurezza”.

5.3 Individuazione delle zone da proteggere

Nelle istruzioni tecniche allegate al D.M. 2367 del 21/06/2004 all’art. 3 “Individuazione delle zone da proteggere” è indicato che le zone da proteggere devono riguardare almeno: “*il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell’arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili)*”.

Lungo i tratti stradali oggetto di intervento si ha dislivello tra il colmo del marciapiede sinistro ed il piano campagna maggiore di 1 m e pendenza variabile con tratti in verticale fino al piano campagna. Data la combinazione della pendenza e dell’altezza della scarpata, notevolmente superiore al metro, è necessario provvedere alla protezione del margine stradale soprattutto lato valle per l’importanza della differenza di quota.

Vista la nuova configurazione della strada e delle intersezioni risulta necessario l’adeguamento e l’installazione per tutti i tratti delle barriere di sicurezza al fine di garantire il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale. Quindi vengono previste anche delle barriere sul lato a monte della strada anche nei tratti dove il dislivello non è maggiore a 1 metro, ma che per le caratteristiche dell’intervento e per “canalizzare” il traffico sulla nuova viabilità provvisoria lo rendono necessario fare per aumentare il livello di sicurezza.

È opportuno risaltare che il ponte provvisorio viene integrato dal fornitore con delle barriere di sicurezza che per il presente progetto non sono stati studiati nel dettaglio costruttivo, ma si sottolinea la tipologia di barriera da piazzare nel ponte a seconda del traffico esistente.

Tra la pista ciclopedonale e la strada si lascia un margine di 50 cm per installare delle barriere di sicurezza di bordo rilevato.

5.4 Criteri di scelta dei dispositivi di sicurezza stradale e caratteristiche dispositivi

Ai sensi dell'art. 6 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 2367 del 21/04/2004 "Criteri di scelta dei dispositivi di sicurezza stradale", la scelta delle barriere di sicurezza deve essere effettuata tenendo conto della loro destinazione ed ubicazione del tipo e delle caratteristiche della strada nonché di quelle del traffico cui la stessa sarà interessata. Ai fini applicativi il traffico viene classificato in ragione dei volumi di traffico e della prevalenza dei mezzi che lo compongono, distinto nei seguenti livelli:

- Traffico tipo I: quando il TGM è minore o uguale a 1000 con qualsiasi percentuale di veicoli merci o maggiore di 1000 con presenza di veicoli di massa superiore a 3,5 t minore o uguale al 5% del totale;
- Traffico tipo II: quando, con TGM maggiore di 1000, la presenza di veicoli di massa superiore a 3,5 t sia maggiore del 5% e minore o uguale al 15% sul totale;
- Traffico tipo III: quando con TGM maggiore di 1000, la presenza di veicoli di massa superiore a 3,5 t sia maggiore del 15% sul totale.

Per TGM si intende il traffico giornaliero medio.

Tipo traffico	**TGM**	**% Veicoli con massa > 3,5t**
I	≤ 1000	qualsiasi
I	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 < n ≤ 15
III	> 1000	> 15

Sulla base del tipo di strada e del traffico la tabella A, riportata all'art. 6 dell'allegato al D.M. 2367/2004 e sotto riproposta, stabilisce le classi minime di dispositivi da applicare:

Tipo strada	**Tipo traffico**	**Barriere spartitraffico**	**Barriere bordo laterale**	**Barriere bordo ponte (1)**
Autostrade (A) e strade extraurbane principali	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	H2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(1) Per ponte e 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.

Per la scelta della classe di contenimento, sono stati utilizzati i dati di traffico rilevati sulla vicina S.S 51 disponibili sul sito di ANAS S.p.A. (TGMA 2024). In base alle informazioni così desunte e considerando un aumento nella percentuale del traffico di mezzi pesanti, in progetto si è considerato un traffico di tipo II, in relazione al quale le classi minime di contenimento per le barriere sono:

Tipo di strade	Tipo di Traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	II	H2	H1	H2

Inoltre, per quanto attiene alla severità degli urti il D.M. 2367/2004 prevede che le barriere siano classificate in funzione dei valori assunti dagli indici:

- A.S.I. - Indice di Severità dell'accelerazione;
- T.H.I.V. - Indice di Velocità teorica della testa;
- P.H.D. - Indice di Decelerazione della testa dopo l'impatto come definiti nella norma UNI EN 1317 parti 1 e 2.

La norma UNI EN 1317-2 prevede la seguente classificazione delle barriere in termini di severità degli urti.

Livello di severità dell'urto	Valori degli indici		
A	ASI ≤ 1,0	e	THIV ≤ 33 km/h
B	ASI ≤ 1,4		
C	ASI ≤ 1,9		

La citata UNI EN 1317-2 chiarisce altresì che:

- "il livello di severità d'urto A garantisce un maggior livello di sicurezza per gli occupanti di un veicolo che esce di strada rispetto al livello B e viene preferito quando altre considerazioni si equivalgono";

- "in luoghi pericolosi specifici in cui il contenimento di un veicolo che esce di strada (come un camion di trasporto pesante) è la considerazione principale, può essere necessario adottare e installare una barriera di sicurezza senza un livello di severità d'urto specifico. I valori degli indici registrati nella prova della barriera di sicurezza, tuttavia, devono essere citati nel resoconto di prova".

In termini di deformabilità si è fatto riferimento, a tre parametri desunti dalle prove di crash:

- La deflessione dinamica (D) ovvero è il massimo spostamento dinamico trasversale del frontale del sistema di contenimento;

- La larghezza operativa (W) ovvero la distanza tra la posizione iniziale del frontale del sistema stradale di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema.

- Intrusione del veicolo (VI) ovvero è la massima posizione dinamica laterale tra la posizione iniziale del veicolo e la massima posizione dinamica laterale del veicolo. Questo parametro viene calcolato per gli autocarri e gli autobus.

L'intervento di progetto prevede l'impiego di barriere bordo laterale e si prevede l'utilizzo delle seguenti classi di contenimento in funzione della destinazione:

- Barriere bordo laterale o rilevato in classe H2 e W4.

Essendo la strada di progetto inquadrata come strada C2, si è optato per la scelta di barriere bordo laterale in classe di contenimento H2 invece che H1, per aumentare il livello di sicurezza dovuto al terreno accidentato dove si trova la strada.

5.5 Tipologia di barriera di sicurezza

Per la strada in progetto è previsto di utilizzare barriere di sicurezza in legno ed acciaio corten tipo "Tecsistem" o equivalente con legno della lamina composto da semipali. La struttura portante è completamente realizzata in acciaio tipo corten, mentre rivestimento del montante, fasce di protezione e corrimano sono in legno.

La barriera ha un ridotto ingombro laterale ed una altezza sul piano viabile molto contenuta per favorirne una efficace integrazione nell'ambiente circostante. La barriera stradale di sicurezza realizzata in legno ed acciaio, dovrà contenere il certificato CE secondo la norma armonizzata EN 1317-5.

5.6 Transizioni

Secondo la Normativa UNI ENV 1317-4 si definisce transizione "un elemento da interporre tra due barriere di sicurezza aventi diversa sezione trasversale o differente rigidità laterale, affinché sia garantito un contenimento continuo". L'obiettivo è quello di fornire un cambiamento graduale dalla prima alla seconda barriera, prevenendo i pericoli connessi ad una variazione improvvisa e garantendo un'efficace sicurezza passiva in ogni punto del margine stradale.

Le transizioni sono generalmente adottate tra barriere:

- caratterizzate dallo stesso materiale ma con sezione trasversale diversa;
- realizzate in materiali differenti;
- con rigidità laterale diversa.

Di seguito si riporta una sintesi dei criteri di maggior importanza:

- il collegamento tra gli elementi longitudinali “resistenti” delle 2 barriere deve essere fatto per mezzo di elementi di raccordo inclinati sul piano verticale di non più dell’8% e non più di 5° sul piano orizzontale;

- si considerano elementi longitudinali "resistenti" la lama principale a tripla onda, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale, ed i profilati aventi funzione strutturale. Non sono considerati elementi strutturali "resistenti" i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento (arretrato in modo sostanziale rispetto alla lama sottostante) ed i correnti inferiori pararuota;

- tutte le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal produttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere;

- poiché dal punto di vista strutturale, il livello di contenimento della transizione è da considerare equivalente alla classe minore tra quelle delle due barriere accoppiate e la transizione stessa dovrà pertanto essere realizzata al di fuori del tratto ove si rende necessaria la protezione di classe maggiore.

Per la strada in progetto saranno installati delle barriere di sicurezza di transizione per i punti di connessione tra e barriere esistenti e le nuove barriere in legno ed acciaio corten, garantendo una continuità del livello di sicurezza adeguato alla strada.

Sulla planimetria specifica sono segnalati i punti di interessi per materializzare le unioni.

5.7 Terminali speciali

Alle estremità di monte e valle delle barriere laterali (quindi all'inizio della barriera per i mezzi provenienti nel senso di marcia dei veicoli e al termine della barriera per i mezzi provenienti nel senso di marcia dei veicoli) è stata prevista l'installazione di terminali speciali testati secondo UNI EN 1317-4:2010 di tipo omologato, di classe almeno “P1”, chiamati anche terminali attenuatori o di assorbimento di energia omologati fino alla velocità di 80 Km/h.

5.8 Terminali semplici

Invece sui varchi di accesso è stata prevista l'installazione di normali terminali semplici curvi previsti dal produttore, avendo cura di arretrare l'elemento a valle del varco rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione.

6. SEGNALETICA STRADALE

Allo scopo di consentire una buona leggibilità del tracciato in tutte le condizioni climatiche e di visibilità e garantire informazioni utili per l'attività di guida è stata prevista una segnaletica stradale orizzontale e verticale conforme alle prescrizioni contenute nel Nuovo Codice della Strada.

Le verifiche per la sicurezza sono state fatte tenendo conto della velocità di progetto di 50 Km/h, pertanto per questa viabilità dovrebbe essere previsto un limite amministrativo pari a 50 Km/h coerente con la velocità di percorrenza della viabilità esistente.

Si consiglia l'adozione di segnaletica orizzontale di colore giallo, coerentemente con la natura provvisoria dell'intervento, al fine di garantire l'immediata percezione dell'alterazione del regime di circolazione e della discontinuità rispetto ai tratti stradali antecedenti.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato "Planimetria della segnaletica orizzontale e verticale".

7. ALLEGATI

- Allegato A: Elementi geometrici dell'Asse Principale;
- Allegato B: Verifiche degli elementi planimetrici dell'Asse Principale;
- Allegato C: Verifiche degli elementi altimetrici dell'Asse Principale;
- Allegato D: Diagramma di velocità e visibilità.

ALLEGATO A

Elementi geometrici dell'Asse Principale

1 Rettifilo - N. 1			
Progressiva iniziale:	0,000	E1:	745013,269
Progressiva finale:	25,675	N1:	5152897,294
Direzione:	360,1592	E2:	744998,230
Sviluppo:	25,675	N2:	5152918,104

2 Clotoide - N. 1			
Progressiva iniziale:	25,675	E1:	744998,230
Progressiva finale:	59,008	N1:	5152918,104
Direzione:	360,1592	E2:	744978,210
Sviluppo:	33,333	N2:	5152944,750
Deflessione:	-3,5368	Scostamento:	0,154
Parametro A:	100,000	Tangente corta:	11,114
Fattore di forma:	1,000	Tangente lunga:	22,226
Tau:	3,5368		

3 Raccordo - N. 1			
Progressiva iniziale:	59,008	E1:	744978,210
Progressiva finale:	124,789	N1:	5152944,750
Direzione:	356,6224	E2:	744931,530
Sviluppo:	65,780	N2:	5152990,909
Deflessione:	-13,9590	Ec:	744745,198
Raggio:	300,000	Nc:	5152755,792
Tangente:	33,023	Ev:	744957,410
Angolo:	13,9590	Nv:	5152970,399

4 Clotoide - N. 2			
Progressiva iniziale:	124,789	E1:	744931,530
Progressiva finale:	158,122	N1:	5152990,909
Direzione:	342,6634	E2:	744904,661
Sviluppo:	33,333	N2:	5153010,629
Deflessione:	-3,5368	Scostamento:	0,154
Parametro A:	100,000	Tangente corta:	11,114
Fattore di forma:	1,000	Tangente lunga:	22,226
Tau:	-3,5368		

5 Rettifilo - N. 2			
Progressiva iniziale:	158,122	E1:	744904,661
Progressiva finale:	288,987	N1:	5153010,629
Direzione:	339,1266	E2:	744797,743
Sviluppo:	130,865	N2:	5153086,090

6 Clotoide - N. 3			
Progressiva iniziale:	288,987	E1:	744797,743
Progressiva finale:	322,321	N1:	5153086,090
Direzione:	339,1266	E2:	744770,162
Sviluppo:	33,333	N2:	5153104,801
Deflessione:	-3,5368	Scostamento:	0,154
Parametro A:	100,000	Tangente corta:	11,114
Fattore di forma:	1,000	Tangente lunga:	22,226
Tau:	3,5368		

7 Raccordo - N. 2			
Progressiva iniziale:	322,321	E1:	744770,162
Progressiva finale:	345,366	N1:	5153104,801
Direzione:	335,5898	E2:	744750,175
Sviluppo:	23,046	N2:	5153116,261
Deflessione:	-4,8904	Ec:	744611,049
Raggio:	300,000	Nc:	5152850,472
Tangente:	11,528	Ev:	744760,389
Angolo:	4,8904	Nv:	5153110,915

8 Clotoide - N. 4			
Progressiva iniziale:	345,366	E1:	744750,175
Progressiva finale:	378,700	N1:	5153116,261
Direzione:	330,6994	E2:	744720,095
Sviluppo:	33,333	N2:	5153130,614
Deflessione:	-3,5368	Scostamento:	0,154
Parametro A:	100,000	Tangente corta:	11,114
Fattore di forma:	1,000	Tangente lunga:	22,226
Tau:	-3,5368		

9 Rettifilo - N. 3			
Progressiva iniziale:	378,700	E1:	744720,095
Progressiva finale:	405,576	N1:	5153130,614
Direzione:	327,1626	E2:	744695,628
Sviluppo:	26,877	N2:	5153141,736

1 Livelletta - N. 1			
P1:	0,000	Pv1:	
Q1:	1087,792	Qv1:	
P2:	115,915	Pv2:	123,081
Q2:	1089,261	Qv2:	1089,351
Progressiva:	0,000	Differenza di quota:	1,468
Sviluppo:	115,924	Pendenza:	0,013

2 Parabola altimetrica - N. 1			
P1:	115,915	Pv:	123,081
Q1:	1089,261	Qv:	1089,351
P2:	130,248		
Q2:	1089,853	Raggio:	250,000
Progressiva:	115,915	Pendenza iniziale:	0,013
Sviluppo:	14,347	Pendenza finale:	0,070

3 Livelletta - N. 2			
P1:	130,248	Pv1:	123,081
Q1:	1089,853	Qv1:	1089,351
P2:	155,352	Pv2:	162,161
Q2:	1091,610	Qv2:	1092,087
Progressiva:	130,248	Differenza di quota:	1,757
Sviluppo:	25,165	Pendenza:	0,070

4 Parabola altimetrica - N. 2			
P1:	155,352	Pv:	162,161
Q1:	1091,610	Qv:	1092,087
P2:	168,970		
Q2:	1092,193	Raggio:	250,000
Progressiva:	155,352	Pendenza iniziale:	0,070
Sviluppo:	13,633	Pendenza finale:	0,016

5 Livelletta - N. 3			
P1:	168,970	Pv1:	162,161
Q1:	1092,193	Qv1:	1092,087
P2:	254,915	Pv2:	263,145
Q2:	1093,527	Qv2:	1093,655
Progressiva:	168,970	Differenza di quota:	1,334
Sviluppo:	85,955	Pendenza:	0,016

6 Parabola altimetrica - N. 3			
P1:	254,915	Pv:	263,145
Q1:	1093,527	Qv:	1093,655
P2:	271,375		
Q2:	1093,331	Raggio:	300,000
Progressiva:	254,915	Pendenza iniziale:	0,016
Sviluppo:	16,463	Pendenza finale:	-0,039

7 Livelletta - N. 4			
P1:	271,375	Pv1:	263,145
Q1:	1093,331	Qv1:	1093,655
P2:	288,989	Pv2:	296,898
Q2:	1092,638	Qv2:	1092,327
Progressiva:	271,375	Differenza di quota:	-0,693
Sviluppo:	17,628	Pendenza:	-0,039

8 Parabola altimetrica - N. 4			
P1:	288,989	Pv:	296,898
Q1:	1092,638	Qv:	1092,327
P2:	304,806		
Q2:	1092,433	Raggio:	300,000
Progressiva:	288,989	Pendenza iniziale:	-0,039
Sviluppo:	15,820	Pendenza finale:	0,013

9 Livelletta - N. 5			
P1:	304,806	Pv1:	296,898
Q1:	1092,433	Qv1:	1092,327
P2:	405,576	Pv2:	
Q2:	1093,781	Qv2:	
Progressiva:	304,806	Differenza di quota:	1,349
Sviluppo:	100,779	Pendenza:	0,013

ALLEGATO B

Verifiche degli elementi planimetrici dell'Asse Principale

Dati generali asse	
Tipo piattaforma:	**Carreggiata singola**
Posizione asse:	**Centro**
Tipo normativa:	**ITA - Normativa stradale 2002 - Italia**
Tipo strada:	**C2 - Extraurbana secondaria**
Velocità minima:	**40,00**
Velocità massima:	**50,00**

1 Clotoide - N. 1 **Parametro A: 100,000 Lunghezza: 33,333**	Elemento	Riferimento	Velocità
Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	100,000	52,500	50,00
Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	100,000	67,089	50,00
Parametro A minimo da criterio ottico	100,000	100,000	
Parametro A massimo da criterio ottico	100,000	300,000	
Rapporto parametri A da criterio ottico	1,000	0,667	
Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	100,000	49,953	50,00

2 Raccordo - N. 1 **Raggio: 300,000 Lunghezza: 65,780**	Elemento	Riferimento	Velocità
Raggio minimo in funzione della velocità	300,000	44,994	40,00
Lunghezza minima per una corretta percezione	65,780	34,722	50,00
Raggio minimo dal rettifilo precedente	300,000	25,675	
Raggio minimo dal rettifilo successivo	300,000	130,865	

3 Clotoide - N. 2 **Parametro A: 100,000 Lunghezza: 33,333**	Elemento	Riferimento	Velocità
Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	100,000	52,500	50,00
Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	100,000	67,089	50,00
Parametro A minimo da criterio ottico	100,000	100,000	
Parametro A massimo da criterio ottico	100,000	300,000	
Rapporto parametri A da criterio ottico	1,000	0,667	
Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	100,000	49,953	50,00

4 Rettifilo - N. 1 **Lunghezza: 130,865**	Elemento	Riferimento	Velocità
Lunghezza minima	130,865	40,000	50,00
Lunghezza massima	130,865	1100,000	50,00

5 Clotoide - N. 3 **Parametro A: 100,000 Lunghezza: 33,333**	Elemento	Riferimento	Velocità
Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	100,000	52,500	50,00
Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	100,000	67,089	50,00
Parametro A minimo da criterio ottico	100,000	100,000	
Parametro A massimo da criterio ottico	100,000	300,000	
Rapporto parametri A da criterio ottico	1,000	0,667	
Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	100,000	49,953	50,00

6 Raccordo - N. 2 **Raggio: 300,000 Lunghezza: 23,046**	Elemento	Riferimento	Velocità
Raggio minimo in funzione della velocità	300,000	44,994	40,00
Lunghezza minima per una corretta percezione	**23,046**	**34,722**	**50,00**

Raggio minimo dal rettifilo precedente	300,000	130,865	
Raggio minimo dal rettifilo successivo	300,000	26,877	

7 Clotoide - N. 4 **Parametro A: 100,000 Lunghezza: 33,333**	Elemento	Riferimento	Velocità
Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	100,000	52,500	50,00
Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	100,000	67,089	50,00
Parametro A minimo da criterio ottico	100,000	100,000	
Parametro A massimo da criterio ottico	100,000	300,000	
Rapporto parametri A da criterio ottico	1,000	0,667	
Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	100,000	49,953	50,00

ALLEGATO C

Verifiche degli elementi altimetrici dell'Asse Principale

Dati generali profilo	
Tipo piattaforma:	**Carreggiata singola**
Posizione asse:	**Centro**
Tipo normativa:	**ITA - Normativa stradale 2002 - Italia**
Tipo strada:	**C2 - Extraurbana secondaria**
Velocità minima:	**40,00 km/h**
Velocità massima:	**50,00 km/h**

		Elemento	Riferimento	Velocità
✓ **1 Livelletta - N. 1**	**Pendenza: 0,013 v/h**			
Pendenza massima		0,013 v/h	0,070 v/h	

		Elemento	Riferimento	Velocità
✓ **2 Parabola altimetrica - N. 1**	**Raggio: 250,000 m Lunghezza: 14,347 m**			
Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		250,000 m	40,000 m	

		Elemento	Riferimento	Velocità
✓ **3 Livelletta - N. 2**	**Pendenza: 0,070 v/h**			
Pendenza massima		0,070 v/h	0,070 v/h	

		Elemento	Riferimento	Velocità
✓ **4 Parabola altimetrica - N. 2**	**Raggio: 250,000 m Lunghezza: 13,633 m**			
Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		250,000 m	20,000 m	

		Elemento	Riferimento	Velocità
✓ **5 Livelletta - N. 3**	**Pendenza: 0,016 v/h**			
Pendenza massima		0,016 v/h	0,070 v/h	

		Elemento	Riferimento	Velocità
✓ **6 Parabola altimetrica - N. 3**	**Raggio: 300,000 m Lunghezza: 16,463 m**			
Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		300,000 m	20,000 m	

		Elemento	Riferimento	Velocità
✓ **7 Livelletta - N. 4**	**Pendenza: -0,039 v/h**			
Pendenza massima		0,039 v/h	0,070 v/h	

		Elemento	Riferimento	Velocità
✓ **8 Parabola altimetrica - N. 4**	**Raggio: 300,000 m Lunghezza: 15,820 m**			
Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		300,000 m	40,000 m	

		Elemento	Riferimento	Velocità
✓ **9 Livelletta - N. 5**	**Pendenza: 0,013 v/h**			
Pendenza massima		0,013 v/h	0,070 v/h	

ALLEGATO D

Diagramma di velocità e visibilità

Diagramma di visibilità

—— Distanza di visuale libera
—— Visibilità per l'arresto

SCALA DISTANZE 1:2000

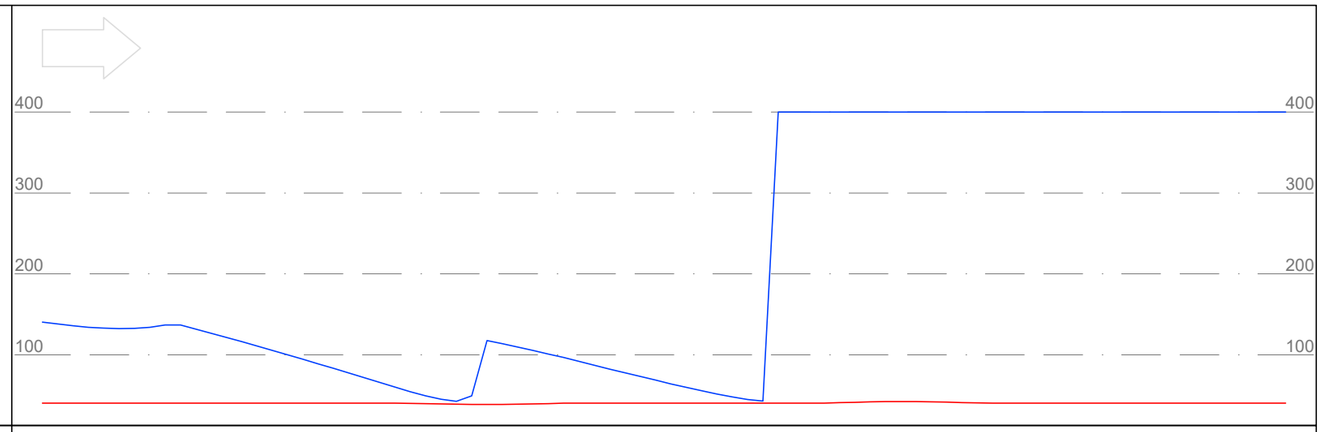


Diagramma di visibilità inverso

—— Distanza di visuale libera
—— Visibilità per l'arresto

SCALA DISTANZE 1:2000

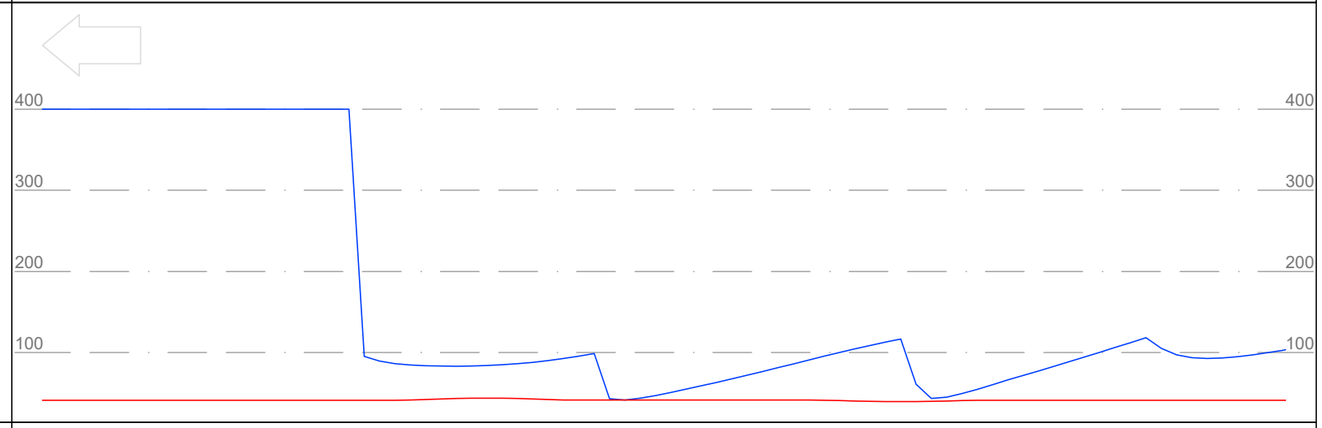
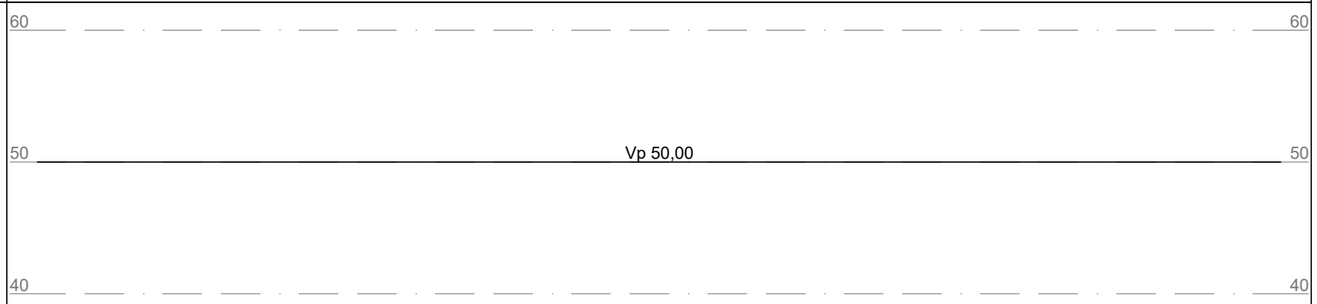
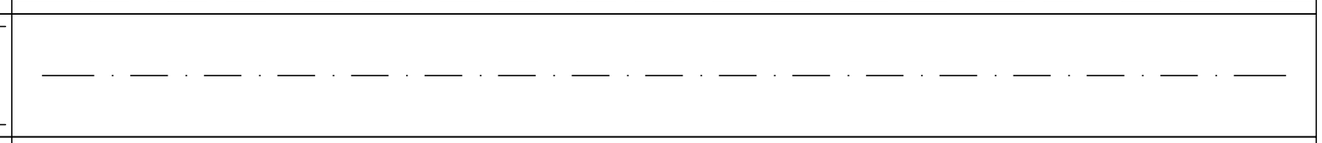


Diagramma delle velocità



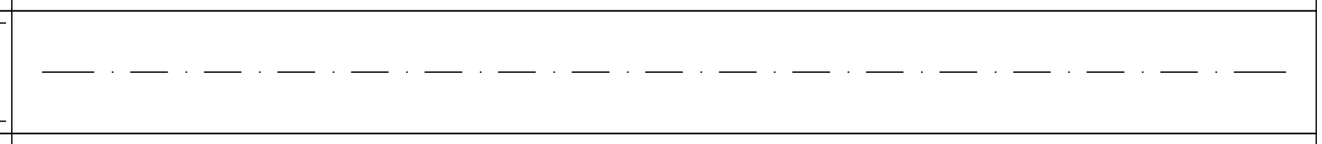
Allargamenti visibilità sinistra

Ext ——
Int ——

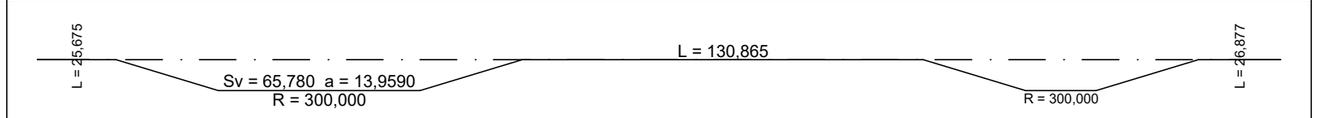


Allargamenti visibilità destra

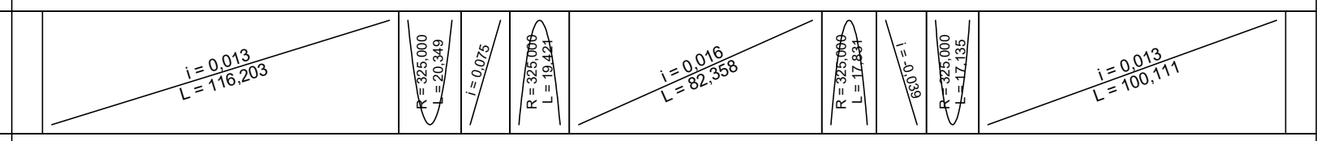
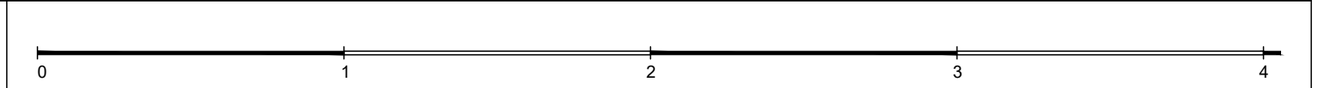
Int ——
Ext ——



Andamento planimetrico



Andamento altimetrico



Ettometriche