

S.S. N.° 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"
RETTIFICA DEL TRACCIATO E ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2
DAL km 41+500 al km 51+500
STRALCIO II - LAVORI DI ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2
DAL km 45+700 al km 49+300

PROGETTO DEFINITIVO

COD.

IMPRESSE :



R.T.P. :



PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Ing. Franco Persio Bocchetto - Ordine Ing. Roma n.°8664 -Sez A

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Gianluca De Paolis

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Alessandro Spampinato
Ordine dei Geologi della Regione Sicilia n° 236

VISTO IL DEC

Arch. Lara Eusanio

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE (CSP):

Ing. Antonino Guglielmino
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Catania n°3276 - Sez A

PROGETTO INFRASTRUTTURA
Alternativa selezionata
Relazione tecnico stradale

CODICE PROGETTO

PROGETTO

PG0375 D 2301

NOME FILE

T00-PS03-TRA-RE01-A

CODICE ELAB.

T00PS03TRARE01

REVISIONE

SCALA

A

A

EMISSIONE

OTTOBRE 2023 Ing. A. Giampiccolo Ing. C. Santoponte Ing. F.P.Bocchetto

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. ANALISI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE	4
4. ALTERNATIVA 3 - SELEZIONATA	5
4.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO	7
4.1.1 Tracciato planimetrico	7
4.1.1 Sopraelevazioni	10
4.1.2 Allargamenti della carreggiata in curva	10
4.1.1 Piazzole di sosta	10
4.1.2 Interventi di mitigazione per la sicurezza stradale	11
4.2 PROFILO ALTIMETRICO	11
4.3 SEZIONE TRASVERSALE	12
4.4 INTERSEZIONI	14
4.5 PACCHETTO DI PAVIMENTAZIONE	16
4.6 BARRIERE DI SICUREZZA	16
5. ALLEGATO DEI TABULATI DEGLI ELEMENTI PLANIMETRICI E ALTIMETRICI – VERIFICHE	
PLANIMETRICHE E ALTIMETRICHE	17

1. PREMESSA

Il presente Progetto Definitivo riguarda i “Lavori di adeguamento alla sez. tipo C2 della S.S. 685 “delle Tre valli umbre” dal km 41+500 al km 51+500” e costituisce il 2° stralcio funzionale dell’adeguamento della S.S.685 nel tratto che va dal km 45+700 al km 49+300, da attuare nel medio termine.

Nella presente relazione tecnica verranno descritte e messe a confronto tre alternative progettuali, rispetto allo stato attuale dell’infrastruttura.

La finalità generale dell’intervento è quella di migliorare l’accessibilità all’area del cosiddetto “Cratere del terremoto” o “Cratere sismico” (con particolare riferimento alle aree che comprendono i centri di Norcia, Sellano, Cerreto di Spoleto, Visso) dalla viabilità primaria costituita dal tratto della S.S. 685 SpoletoS. Anatolia di Narco e tramite questo, da Spoleto, dalla S.S. 3 in direzione Foligno-Perugia o Terni-Orte e dalla S.S. 685 in direzione Acquasparta / S.S. 3bis Perugia-Orte (A1).

Il tracciato della S.S.685 preso in esame è quello di fondo valle Nera che va dal km 41+500 (1 km dopo l’abitato di Borgo Cerreto) al km 51+500 (300 m prima dello svincolo con la S.P. 469 in prossimità di Castel San Felice); all’interno di questo è stato individuato come 2° Stralcio, in relazione ai finanziamenti disponibili, il tratto dal Km 45+700 al km 49+300 (intersezione con la SP 472 “di Vallo di Nera”).

L’obiettivo comune alle tre alternative consiste nell’adeguamento alla sezione tipo C2 per le strade extraurbane secondarie prevista dal D.M. del 5 novembre 2001, avente una larghezza complessiva della piattaforma pari a 9,50 m (circa 2,00 m superiore rispetto all’attuale) con le relative prestazioni in termini di intervallo di velocità di progetto, lunghezze minime di visuale libera e di allargamento delle corsie per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per le verifiche di visibilità.

Tale obiettivo deriva dalla volontà di eliminare o mitigare le criticità attualmente presenti nel tratto stradale oggetto di intervento, riassumibili come segue:

- dimensioni della piattaforma, attualmente larga mediamente 7,50 m con corsie da 3,25-3,50 m, che in corrispondenza delle curve di raggio inferiore rappresentano un fattore di rischio elevato quando si incrociano due veicoli pesanti/ingombranti;
- curve con raggio di curvatura inferiori ai 118 m (minimi per una strada di categoria C, par. 5.2.4 del DM2001) e che quindi non consentono la velocità di progetto minima prevista per le strade extraurbane secondarie (60 km/h);
- assenza di adeguati allargamenti trasversali della piattaforma per garantire un’adeguata visuale libera in curva, che rappresenta un ulteriore fattore di rischio.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento per la progettazione stradale è il D.M. 05/11/01 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”.

Poiché il progetto prevede la messa in sicurezza e l’adeguamento di una infrastruttura esistente, si è adottato inoltre il D.M. 22/06/04 e gli studi pre-normativi volti a dare attuazione alle disposizioni da esso dettate, riguardo alla necessità di disciplinare con una normativa specifica gli interventi di adeguamento delle strade esistenti.

Nello sviluppo del progetto, quindi, si è fatto riferimento alla seguente normativa specifica:

- D.M. del 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. del 22/04/2004 di modifica del decreto 05/11/2001 n. 6792 per l'adeguamento delle strade esistenti;
- Bozza della "Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti" del 21/03/2006;
- D.M. del 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"
- D. Lgs. Del 30/04/1992 n. 285 – "Codice della Strada" e D.P.R. del 16/12/1992 n. 495 – "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada" e s.m.i.;
- D.M. del 21/06/2004 "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale";
- D.M. del 18/02/1992 n. 223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.M. del 03/06/1998 "Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione";
- D.M. del 11/06/1999 "Integrazioni e modificazioni al D.M. 3 giugno 1998, recante aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.M. del 21/06/2004 n. 2367 "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 stradali";
- Direttiva del 25/08/2004 n. 3065 "Criteri di progettazione, installazione, verifica, e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- Direttiva del 15/11/2007 n.104862 "Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21/06/2004".

3. ANALISI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

L'attività preliminare svolta è consistita nell'analisi del tracciato attuale nel tratto oggetto di intervento.

Sulla base del rilievo topografico eseguito, è stato definito analiticamente l'asse di tracciamento attuale, in modo da individuare correttamente le curve in esercizio, per le quali sono state determinate le velocità di progetto compatibili con i raggi di curvatura.

Nel tratto in progetto sono presenti 19 curve, aventi raggi di curvatura compresi tra 50m e 1500m.

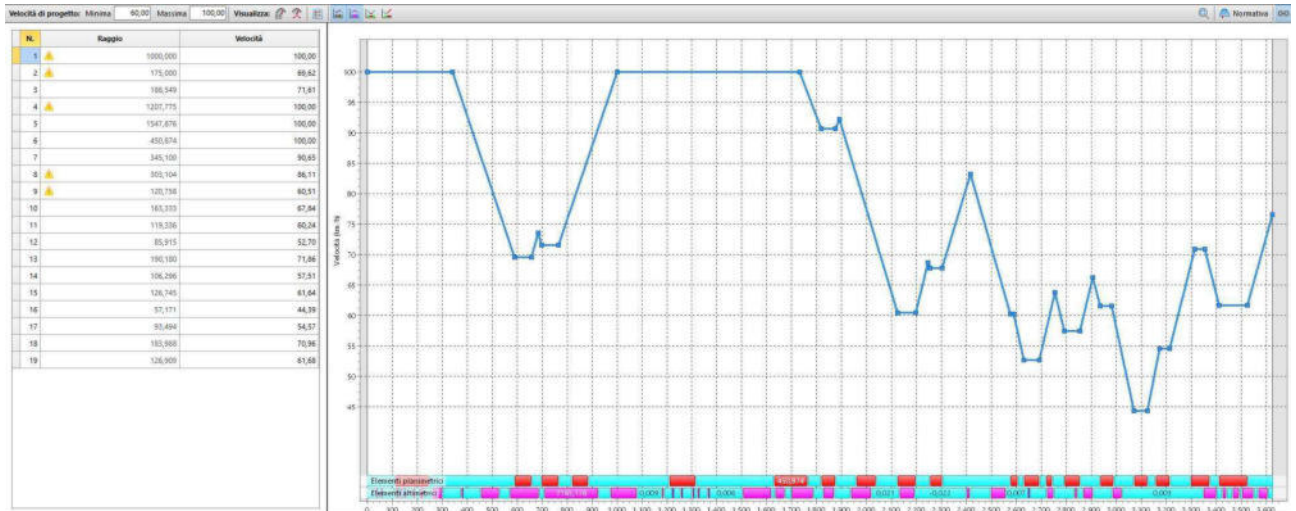


Figura 1 – Tracciato attuale – Diagramma delle velocità

Il tracciato attuale non rispetta i dettami del DM2001 in quanto vi è totale assenza di curve di transizione (clotoidi) e su 19 curve, quattro non garantiscono la velocità minima di progetto pari a 60 km/h (numero 12, 14, 16, 17) limite inferiore nell’intervallo di progetto pari a 60-100 km/h, previsto per le strade di categoria extraurbana secondaria.

Le curve attuali, pur garantendo una velocità di progetto “dinamica” in curva, nella maggior parte dei casi presentano una totale assenza di visuale libera, che determina quindi una drastica riduzione della velocità consentita, inoltre, tutte le curve aventi raggio inferiore ai 225 m dovrebbero presentare un allargamento dedicato per l’iscrizione dei veicoli in curva, data la probabilità elevata che due veicoli pesanti (autobus, autocarri di grosse dimensioni, autotreni ed autoarticolati) si incrocino lungo la strada statale. Infatti, il par. 5.2.7 del DM2001 riporta il valore minimo per il quale non è richiesto un allargamento delle corsie per la corretta iscrizione dei veicoli in curva, pari a $45/R$ che, con un raggio di 225 m determina un valore pari a 0,20 m, ritenuto dalla Norma trascurabile e quindi non necessariamente da applicare.

Per la curva più stretta, la n° 16 ($R = 57$ m), l’allargamento richiesto sarebbe pari a 0,79 m per ciascuna corsia, ovvero 1,58 m complessivi. La verifica della distanza di visuale libera, riportata nell’elaborato T00_PS00_TRA_DG01 “Stato attuale - Diagrammi di velocità e visuale libera”, mostra proprio la necessità di predisporre un allargamento all’interno della maggior parte delle curve esistenti.

Il diagramma è stato calcolato ipotizzando la presenza di un ostacolo fisso sul ciglio pavimentato (barriera di sicurezza, muro, parete rocciosa ecc.) tuttavia alcune curve, prevalentemente a destra procedendo verso Norcia, attualmente dispongono di una maggiore visuale libera in quanto a lato della sede stradale è presente una pista ciclopedonale, a quota inferiore, o la striscia erbosa/scarpata tra la strada e la pista, senza alcuna barriera di sicurezza interposta. Tuttavia, poiché con la riqualificazione del tratto si intende introdurre una barriera di sicurezza che impedisca ai veicoli di invadere la pista in caso di svio, appare più corretto valutare questo aspetto nell’ipotesi di presenza e quindi che costituisce ostacolo alla visuale.

4. ALTERNATIVA 3 - SELEZIONATA

Il tracciato in progetto dell’“Alternativa selezionata” si sviluppa a partire da sud all’altezza della scuola Vallo di Nera al km 49+300 in destra fino alla prima galleria paramassi alla km 45+700 in direzione nord per uno sviluppo complessivo di 3+605 km.

Nella parte iniziale la piattaforma di nuova realizzazione mantiene il ciglio più interno espandendosi verso valle oltre la carreggiata esistente, in affiancamento alla pista ciclabile che verrà mantenuta inalterata

nella posizione attuale, in quanto si realizzerà un muro di sostegno lungo tutto il ciglio per circa 275 m fino ad incontrare il muro esistente. Lato monte, invece, verrà realizzata una parete chiodata di sviluppo pari a 610 m, necessaria per contenere il modesto sbancamento che si realizzerà verso il ciglio sinistro.

Proseguendo, lungo il tracciato, si incontrano le prime due intersezioni esistenti, la prima di accesso al centro ittico "Ittica Tranquilli srl" in destra verso valle (pk 0+625) e la seconda, in sinistra, per accedere alla S.S. 395 (Strada Statale Forca di Cerro) verso monte (pk 0+777) entrambe di tipologia a "T" e con corsia di accumulo per la svolta in sinistra.

In questo tratto, esattamente di fronte alla seconda intersezione la strada si allarga verso valle andando oltre il limite del ciglio esistente ed anche in questa occasione è necessario realizzare un muro di sostegno per mantenere il piede della scarpata lontano dal fiume Nera in continuità con un muro di sostegno esistente che viene mantenuto inalterato tra le progressive 0+660 e di 0+690.

Nel tratto compreso tra gli assi delle due intersezioni, nasce un muro di controripa di sviluppo pari a circa 110 m sul lato di monte, per contenere l'allargamento della piattaforma stradale in C2.

All'altezza del centro urbano di Piedipaterno, al fine di regolare l'entrata e l'uscita dell'utenza alla zona urbana frequentata in particolar modo dal servizio pubblico di trasporto urbano e dagli utenti delle attività commerciali di ristorazione e bar oltre che agli abitanti della zona che devono accedere alle proprie abitazioni, è stata studiata una nuova intersezione a "T" con lo scopo di ridurre al massimo l'interferenza tra l'utenza di accesso al centro urbano ed il traffico di percorrenza sulla S.S. 685.

L'intersezione prevede una corsia di accumulo per la svolta in sinistra per l'utenza che arriva da Spoleto e degli allargamenti di accomodamento per la svolta in destra per chi deve entrare da Norcia.

Tale soluzione ha determinato un allargamento della carreggiata verso il fiume Nera, contenuto grazie alla realizzazione di un muro di sostegno di sviluppo pari a 512m (fondato su pali Φ 800), che nasce a partire dal muro esistente alla progressiva 0+690 fino alla progressiva 1+201, dove si prevede l'adeguamento di uno scatolare esistente in prossimità dell'attraversamento della pista ciclabile verso via Valnerina di accesso al paese.

Inoltre, al fine di migliorare le condizioni dell'abitato di Piedipaterno rispetto alla situazione idraulica e idrologia dell'area, verrà realizzato un muretto di sostegno lato paese dello sviluppo di circa 250 m.

Proseguendo, sul lato a valle a partire dalla progressiva 1+290 circa è necessario realizzare un muro di sostegno per uno sviluppo di 283m (fondato su pali Φ 800), per poi ripartire con un altro muro di sostegno di lunghezza pari a 84m fino alla progressiva 1+675. Sul lato sinistro, invece, nasce un muro di controripa di sviluppo pari a 50m.

Il tracciato prosegue mantenendosi quanto possibile aderente all'esistente, cercando di ridurre il numero di curve e addolcirne l'andamento, restando sempre all'interno dei muri esistenti (soprattutto a valle, per evitare interferenze con il fiume Nera) ed aumentando ove necessario le zone di scavo a monte, inserendo opportune opere di stabilizzazione e protezione massi.

In particolare, la serie di curve planimetriche comprese tra la pk 1+675 e la pk 2+400, è stata rettificata con una serie di curve aventi raggi più ampi, spostandosi verso il versante e inserendo una serie di opere di contenimento: un muro di controripa di sviluppo pari a 125 m, una parete chiodata di sviluppo pari a 74 m, un muro di controripa da 156 m, una parte chiodata da 50 m ed un muro di controripa da 285 m (tutti lato monte) e un muro di sostegno da 169 m, lato valle.

Inoltre, alla pk 2+115 verrà demolito un attraversamento idraulico esistente e costruito un primo ponticello aventi dimensioni 9.00x3.00 m.

Dalla pk 2+400, sono state rettificate una serie di "S" planimetriche al fine di aumentare gli standard di sicurezza dell'infrastruttura, spostandosi verso sinistra grazie all'inserimento di una paratia di micropali da 100 m, di una prima parete chiodata da 75m e di una seconda da 66 m.

Alla pk 2+770 verrà realizzato un secondo ponticello aventi dimensioni 9.00x3.00 m, in sostituzione dell'attraversamento idraulico esistente.

Alla pk 2+800 è presente l'accesso al cimitero di Piedipaterno presso la chiesa dell'Eremita, per il quale è stata prevista una riorganizzazione delle corsie di entrata/uscita e la geometrizzazione di alcune isole divisionali, al fine di ottimizzare la distribuzione dei modesti flussi interessati e migliorare la sicurezza degli utenti.

Subito dopo la chiesa dell'Eremita ed il cimitero di Piedipaterno, tra la pk 3+050 e la pk 3+127, sarà prevista una struttura paramassi a sbalzo di sviluppo pari a 72m, preceduta da un muro di sostegno sul ciglio destro di sviluppo pari a 106m (fondato su pali Φ 800) e seguita da una parete chiodata di sviluppo pari a 103 m.

Il tracciato di progetto termina nei pressi della galleria paramassi esistente, alla pk 3+605, preceduto da un breve tratto in allargamento verso valle, che prevede un muro di sostegno lato destro di sviluppo pari a 142m.

Dal punto di vista del diagramma delle velocità, l'alternativa prevede il mantenimento dei 60Km/h sull'intero tracciato, tranne alcuni brevi tratti in cui si può raggiungere anche la velocità di progetto massima di 80 Km/h.

Dal punto di vista del profilo altimetrico, l'asse mantiene pressoché le medesime quote del sedime esistente. Nei pressi dell'abitato di Piedipaterno, il sedime stradale è stato innalzato di massimo 70 cm dalla pk 0+875 alla pk 1+175 al fine di migliorare la sicurezza idraulica dell'abitato, rispetto alle venute di piena del vicino fiume Nera (per maggiori approfondimenti, si rimanda al paragrafo di dettaglio sugli aspetti di natura idraulica).

4.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

Il tracciato del progetto selezionato si sviluppa a partire da sud all'altezza della scuola Vallo di Nera al km 49+300 corrispondente alla progressiva 0+000 di progetto, per poi proseguire in direzione nord fino al

Km 45+700 per uno sviluppo complessivo di 3.605m, a fronte della lunghezza del tracciato attuale di 3.625m, con un accorciamento quindi pari a circa 20m.

Per le successive descrizioni si farà sempre riferimento alle progressive di progetto.

L'intervento ha come obiettivo l'adeguamento dell'infrastruttura esistente apportando un miglioramento delle condizioni di sicurezza attraverso la modifica all'attuale tracciato secondo il Decreto Ministeriale 6792 del 5/11/2001.

Tuttavia lo stato attuale si inserisce in un contesto molto vincolato sia sotto l'aspetto morfologico ambientale che urbanistico, con l'attraversamento di Piedipaterno, tale da condizionare in modo determinante il rispetto del DM2001 nonostante l'aiuto proveniente dal D.M. 22/04/2004 che ha reso il DM2001 una norma di riferimento per gli adeguamenti.

Come descritto al capitolo 3, la sezione attuale è mediamente di 7,50 m ed il tracciato oltre non avere elementi di transizione, non ha nessun allargamento per visibilità o per iscrizione in curva. Analizziamo per step quali interventi sono stati effettuati a livello progettuale.

4.1.1 Tracciato planimetrico

In prima fase è stato modificato il tracciato partendo dalle curve esistenti, dove non è stato possibile mantenere l'andamento dello stato di fatto, il nuovo tracciato ha previsto l'inserimento di tratti in rettilineo o nuove curve complete di transizione arrivando ad ottenere un tracciato finale che consente un intervallo di velocità di progetto previsto per la sezione tipo C2 (60-100 km/h).

Tuttavia in 4 casi, a causa delle ridotte deviazioni del tracciato stradale, l'inserimento delle clotoidi non è stato possibile e si è di fatto ricorso a curve con raggio di 1900 m, come suggerito dalla bozza della "Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti" del 21 marzo 2006, che consente in alcuni casi l'utilizzo di curve senza transizione secondo i limiti esposti in tabella, rispettivamente alle progressive 0+068, 0+800, 1+195 e 2+358.

Valore della $V_{p_{max}}$ della strada	Valore del raggio delle curve circolari per il quale è possibile omettere l'inserimento di curve di transizione
≤ 80 km/h	≥ 1.900 m
> 80 km/h	≥ 3.500 m

Ciò ha consentito di evitare notevoli sbancamenti a monte dell'infrastruttura che avrebbero comportato un forte impatto realizzativo oltre che ambientale dell'adeguamento, inoltre tali deviazioni del tracciato hanno consentito di mantenere alcune opere di sostegno esistenti al confine dell'alveo del fiume Nera. Con tali modifiche si è ottenuto il seguente diagramma di velocità.



Figura 2 - Diagramma delle velocità dell'alternativa 3 (velocità senza limitazioni)

Come visualizzato nel diagramma, il tracciato dell'alternativa selezionata permette una velocità sempre compresa nei limiti dell'intervallo per la sezione tipo C2 presentando in alcuni tratti, per entrambi i sensi di circolazione, alcune disomogeneità.

In direzione nord, secondo l'andamento crescente delle progressive: 1.

tra la pk 0+344 si passa dalla velocità di progetto massima di 100 km/h alla Vp di 67 Km/h in corrispondenza della prima curva (Pk 0+611), con una differenza di velocità ΔV superiore al massimo previsto dalla norma ($33 \geq 10$ km/h). Tale maggiore differenza di velocità ΔV , potrebbe portare l'utente ad affrontare la curva ad una velocità superiore ai 67 km/h. Per attenuare questa criticità, si dovranno prevedere opportuni interventi di mitigazione (si veda par. 4.1.2) volti ad aumentare l'avvistabilità e informare l'utenza della presenza del punto critico, inserendo opportune limitazioni di velocità massima prima della stessa curva.

tra la pk 2+462 con 100 km/h e la pk 2+640 con 79 km/h ($21 \geq 20$ km/h), da considerarsi

2. trascurabile.

In direzione sud:

3. tra la pk 0+776 con 73 km/h e la pk 0+967 con 100 km/h ($27 \geq 10$ km/h), che verrà mitigato dalla presenza del tratto urbano di Piedipaterno (limite 50 Km/h), nonché della segnalazione dell'intersezione con la S.S.395. Tuttavia, potrebbero essere necessari alcuni interventi di mitigazione volti ad evidenziare l'entrata nella zona urbana dell'abitato.

Inoltre, con questo diagramma di velocità diversi elementi del tracciato non rispettano i dettami del DM2001 e per tale motivo, l'andamento avrebbe dovuto subire ulteriori modifiche non compatibili con i vincoli al contorno.

Come già esposto in precedenza, nell'ottica di voler ridurre l'impatto delle modifiche in un ambito fortemente vincolato e con l'obiettivo primario di migliorare le caratteristiche di sicurezza dell'attuale infrastruttura, è stato previsto un progetto di adeguamento all'interno del range di velocità di progetto 80/60 Km/h.

I motivi di tale scelta progettuale sono dettati in particolar modo al delicato contesto ambientale e antropico in cui si inserisce l'infrastruttura in progetto, nonché dai vincoli "fisici" presenti o imposti, come elencati a seguire:

- pochi metri prima dell’inizio dell’intervento sono presenti, un’intersezione di accesso ad in complesso scolastico e al Municipio del Comune di Vallo di Nera, pertanto si ritiene opportuna la limitazione della velocità di progetto a 80 km/h;
- il comune di Piedipaterno ha richiesto che il tratto compreso tra la pk 0+570 e la pk 1+380 presentasse una limitazione di velocità di progetto pari a 60 km/h (tratto urbano), al fine di consentire all’utenza della S.S. 685 di accedere in sicurezza alle attività locali;
- il tratto successivo all’abitato, presenta alcune limitazioni della velocità di progetto comprese tra 80-60 Km/h, al fine di limitare gli sbancamenti lato monte e l’occupazione dell’area golenale del Fiume Nera.

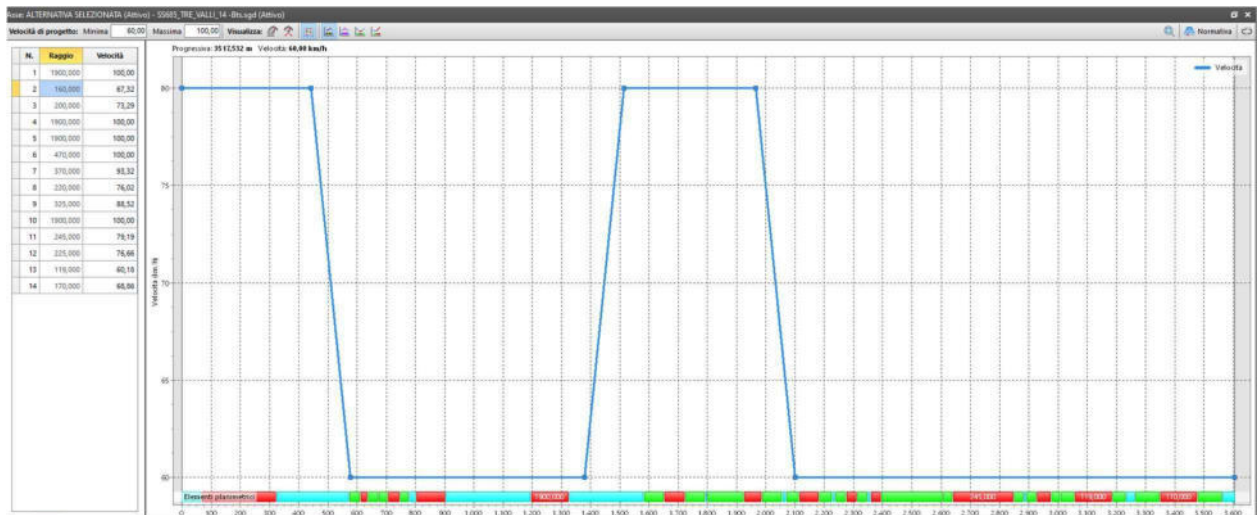


Figura 3 - Diagramma delle velocità dell'alternativa 3 (limitazioni di velocità)

Il diagramma sopra riportato può essere sintetizzato come segue:

- da 0+000 a 0+408 la velocità è pari a 80 km/h;
- da 0+570 a 1+380 la velocità è pari a 60 km/h;
- da 1+550 a 1+965 la velocità è pari a 80 km/h; □ da 2+128 a 3+478 la velocità è pari a 60 km/h.

Con queste ipotesi di base è stato inoltre calcolato il diagramma di visibilità (T00-PS03-TRA-DG01) e gli allargamenti necessari per garantire la visibilità in curva, riassunti nella seguente tabella:

RAGGIO [m]	LATO	DA	A	ALLARGAMENTO (m)
160	sx	0+610,61	0+635,80	0,60
200	dx	0+705,94	0+744,99	0,30
470	sx	1+651,01	1+723,852	0,60
370	dx	1+925,01	1+986,02	0,90
119	sx	3+056,27	3+184,644	2,40
170	dx	3+348,67	3+477,147	0,80

Figura 4 – Allargamento per la visibilità delle curve di progetto per l’alternativa prescelta

Con tali ipotesi è stato possibile ottenere un tracciato che verifica tutti i valori minimi e massimi di riferimento per il DM 2001 per un intervallo $60 \leq V_p \leq 80$ km/h, ad eccezione di alcuni casi di seguito

elencati e contenuti nei tabulati delle verifiche planimetriche allegate alla presente relazione tecnica stradale:

- lunghezza minima di alcuni rettifili (Rettifili 1, 4, 10, 11, 13 e 14)
- lunghezza del raccordo circolare minimo per una corretta percezione (Raccordo 2, 3, 9 e 10)
- criterio ottico di alcune clotoidi (Clotoide 13 e 14).

Per una visione completa del tracciato in progetto è possibile fare riferimento ai tabulati di tracciamento plano-altimetrici e alle verifiche plano-altimetriche allegate alla presente relazione tecnica.

Sarà quindi necessario introdurre un'adeguata segnaletica verticale con i seguenti limiti amministrativi di velocità, nonché prevedere degli interventi di mitigazione esposti al par. 4.1.2.

In direzione nord

- pk 0+000 - 70 km/h;
- pk 0+408 - 50 km/h;
- pk 1+380 - 70 km/h;
- pk 1+965 - 50 km/h; In direzione sud:
- pk 3+605 - 50 km/h;
- pk 2+130 - 70 km/h;
- pk 1+550 - 50 km/h; □ pk 0+570 - 70 km/h.

4.1.1 Sopraelevazioni

Il calcolo della sopraelevazione è stato effettuato con l'ottica di massimizzare le condizioni di sicurezza dinamiche del veicolo in curva, per tale motivo è stato comunque utilizzato il diagramma libero delle velocità (elaborato T00-PS03-TRA-DG01).

4.1.2 Allargamenti della carreggiata in curva

Come accennato in precedenza, la presenza di raggi di curvatura uguali o inferiori a 225m comporta la necessità di inserire opportuni allargamenti della carreggiata per l'iscrizione dei veicoli in curva.

Il par. 5.2.7 del DM 2001 riporta il valore minimo per il quale non è richiesto un allargamento delle corsie per la corretta iscrizione dei veicoli in curva, pari a $45/R$ che, con un raggio di 225 m determina un valore pari a 0,20 m, ritenuto dalla norma trascurabile e quindi non necessariamente da applicare.

Nel tracciato in progetto è necessario applicare tale allargamento alle seguenti 3 curve:

- $R = 160$ m (pk 0+600) con $E = 0.28 \sim 0.30$ m
- $R = 119$ m (pk 3+100) con $E = 0.39 \sim 0.40$ m
- $R = 170$ m (pk 3+400) con $E = 0.27$

La curva con $R = 160$ m si trova in prossimità di una intersezione a T di accesso al centro ittico, per cui l'allargamento viene applicato alle due corsie più interne, mentre negli altri due casi si applicano alle due corsie di marcia in entrambi i sensi.

Si è trascurata la curva $R = 200$ m, in quanto l'allargamento è da considerarsi trascurabile.

4.1.1 Piazzole di sosta

Le piazzole di sosta sono state inserite in direzione nord alle progressive 0+475, 1+775, 2+575 e 3+100 e in direzione sud alle progressive 3+450, 2+650, 1+850 e 0+475.

4.1.2 Interventi di mitigazione per la sicurezza stradale

L'adeguamento in progetto prevede un range di velocità di progetto compreso tra gli 80 Km/h e i 60 Km/h, non andando mai a raggiungere di fatto la velocità di progetto massima (100 km/h) per la categoria C2.

Come esposto in precedenza, tale riduzione di velocità massima comporta un aumento della sicurezza stradale avendo tenuto conto della funzionalità della strada e della compatibilità con i tratti adiacenti, della funzione svolta dalla strada nella rete di appartenenza, delle specifiche caratteristiche del progetto e della congruenza della scelta effettuata rispetto ad altri aspetti come, ad esempio, la presenza di utenza cittadina costantemente interferente sul tratto di strada di scorrimento.

Tuttavia, la limitazione velocità sul tracciato potrebbe non bastare in alcuni punti ove sono presenti delle disomogeneità del diagramma di velocità, con differenze di velocità maggiori rispetto ai dettami del DM2001.

In tali tratti sarà quindi necessario prevedere opportuni interventi di mitigazione puntuali, al fine di aumentare la sicurezza degli utenti dell'infrastruttura.

Il primo caso di disomogeneità è ubicato nel tratto che precede l'abitato di Piedipaterno, alla pk 0+570, nel quale si passa da un rettilineo di sviluppo pari a circa 250m ad un raccordo circolare avente raggio pari a 160m, con interposizione di curva di transizione: la visibilità sarà garantita dalla presenza di opportuni allargamenti interno curva, inoltre è stato rivisto l'accesso al centro ittico rimodellando la segnaletica orizzontale al fine di garantire all'utenza proveniente da nord, un'adeguata corsia di accumulo per la svolta a sinistra.

In questo caso sarà necessario prevedere opportuna segnaletica verticale con segnale di avviso e limite di velocità amministrativo di 50 km/h (posto a 150 m prima del punto critico) ed eventualmente considerare l'inserimento di bande sonore per aumentare l'attenzione dell'utente e/o segnaletica verticale luminosa per migliorare la percezione della curva (delineatore di curva pericolosa con impianto sequenziale led).

Il secondo caso di disomogeneità è ubicato alla pk 2+462, con una differenza di velocità tra le due curve successive in direzione nord di 21 km/h, poco oltre il limite previsto dalla norma di 20 km/h. In tal caso si ritiene che il limite di velocità amministrativa imposto pari a 60 km/h, sia già un elemento mitigativo grazie al quale non sia necessario prevedere un altro genere di intervento.

Il terzo caso di disomogeneità è ubicato in direzione sud alla pk 0+776 dove è presente un'alternanza tra un rettilineo e una curva di raggio pari a 200 m, superando il ΔV massimo. Tale caso verrà mitigato dalla presenza del tratto urbano di Piedipaterno (limite 50 Km/h), nonché della segnalazione dell'intersezione con la S.S.395. Tuttavia, potrebbero essere necessari alcuni interventi di mitigazione volti ad evidenziare l'entrata nella zona urbana dell'abitato, quali pannelli dissuasori di velocità e segnalazioni luminose di pericolo.

Infine, nei pressi dell'attraversamento della pista ciclabile esistente (alla pk 1+195) verso la via di Valle (Valnerina) di accesso al centro del paese di Piedipaterno, sarà posizionato un semaforo a chiamata al fine di favorire l'attraversamento ciclabile verso l'abitato.

4.2 PROFILO ALTIMETRICO

Il profilo altimetrico di progetto segue l'andamento del profilo dello stato di fatto, con qualche miglioramento in termini di continuità di elementi altimetrici e prevedendone una certa regolarizzazione.

La pendenza longitudinale massima raggiunta è pari al 3,38% ed i raccordi altimetrici adottati risultano sempre superiori ai minimi richiesti, al fine di garantire la distanza di visuale libera per la determinata velocità di progetto nei vari tratti.

4.3 SEZIONE TRASVERSALE

La piattaforma stradale (nei tratti in cui non sono previsti allargamenti delle corsie per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e della banchina interno curva, per garantire una sufficiente visuale libera) sarà così composta:

- corsie: n. 2, larghezza 3,50 m
- banchine: n. 2, larghezza 1,25 m
- larghezza totale piattaforma: 9,50 m

Nel tratto in progetto sono previste sezioni in mezzacosta, in cui nel lato di valle è presente un muro di sostegno (esistente o in progetto) o la pista ciclabile esistente.

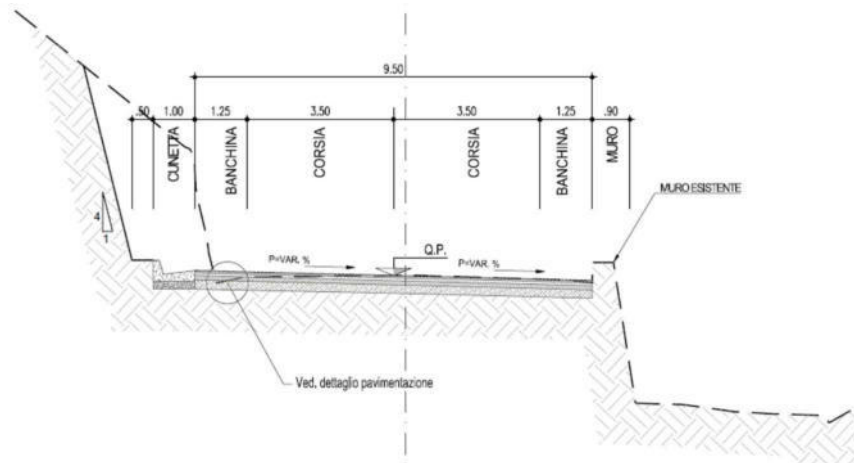


Figura 5 –Sezione tipo con muro esistente e pista ciclabile esistente (lato valle)

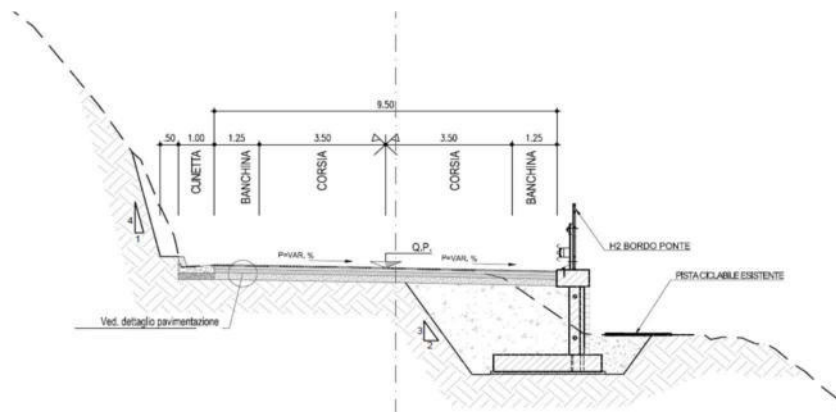


Figura 6 –Sezione tipo con muro in progetto e pista ciclabile esistente (lato valle)

Nei pressi dell’abitato di Piedipaterno, sarà presente una sezione tipologica con muro di contenimento lato valle e un muretto verso l’abitato al fine di migliorare la sicurezza del paese dagli eventi di piena.

Tale muretto servirà anche per limitare la complanare in progetto e inserire gli opportuni dispositivi di sicurezza quali barriere stradali.

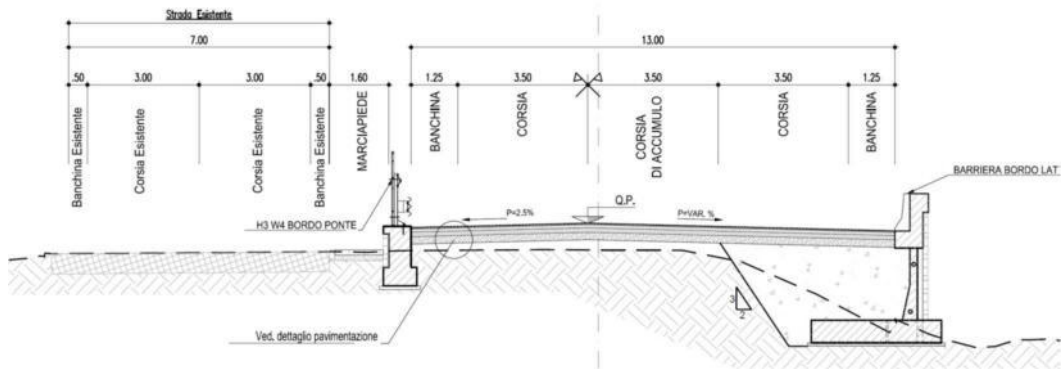


Figura 7 – Sezione tipo abitato Piedipaterno (lato monte)

Sul lato di monte, a seconda dei tratti, a lato della banchina possono essere presenti:

- muro di controripa;
- pareti chiodate;
- paratie di micropali;
- soluzione prefabbricate

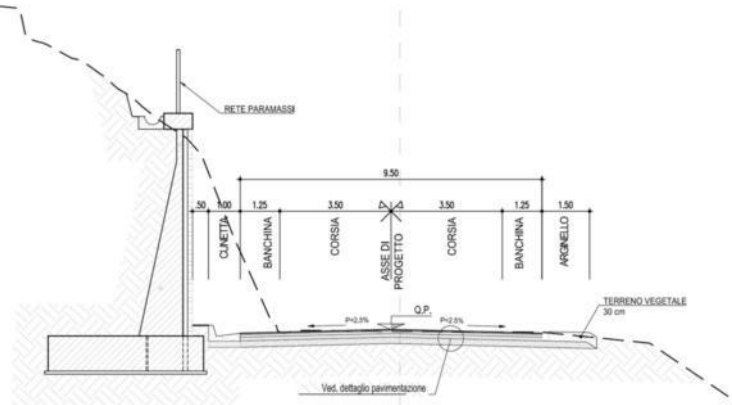


Figura 8 – Sezione tipo con muro di controripa in progetto (lato monte)

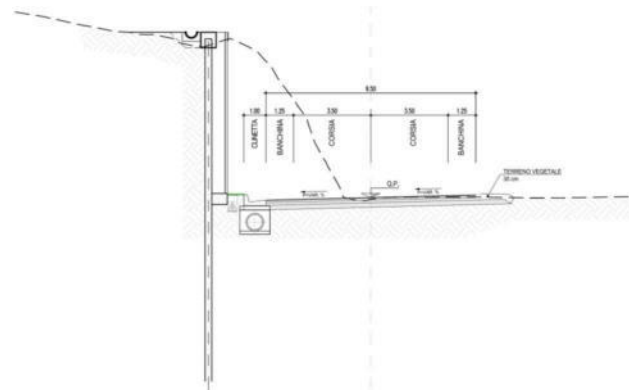


Figura 9 – Sezione tipo con paratia di micropali in progetto (lato monte)

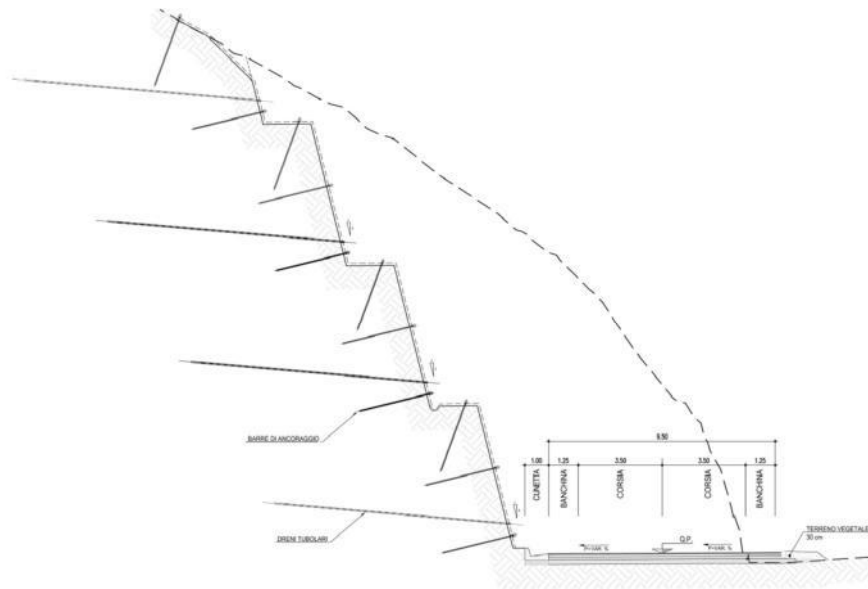


Figura 10 – Sezione tipo con parete chiodata (lato monte)

4.4 INTERSEZIONI

Lo stato di fatto prevede una prima intersezione in destra alla pk 0+620 con la viabilità di accesso al centro ittico "Ittica Tranquilli srl" ed un'intersezione in sinistra con la S.S. 395 (strada statale Forca di Cerro) alla pk 0+780.

Sia l'accesso con il centro ittico che l'intersezione con la S.S.395 prevedono attualmente una regolamentazione con opportune corsie di accumulo per la svolta a sinistra, che verranno riorganizzate.

Entrando nell'abitato di Piedipaterno sono presenti in sinistra una serie di accessi diretti alle attività ricettive del centro urbano, privi di qualsiasi organizzazione dei flussi di scambio e di eventuali corsie di accumulo per favorirne l'accessibilità in sicurezza.

Alla pk 1+195 è presente in sinistra il collegamento con il percorso ciclopedonale (vecchia ferrovia Spoleto-Norcia) che, attraversando il ponticello sul fiume Nera, interseca la S.S.685 per collegarsi a Piedipaterno tramite via Valnerina.

Infine, alla pk 2+850 vi è un accesso non regolarizzato nei pressi della Chiesa dell'Eremita e dell'adiacente cimitero.

Per quanto riguarda l'accesso al centro ittico, lo stato di fatto non prevede alcuna corsia di accumulo di svolta in sinistra ed è presente solo un varco segnaletico ricavato nella zona di restringimento della zebratura della successiva corsia di accumulo per l'intersezione con la S.S.385.

L'intervento in progetto prevede l'inserimento di una corsia di accumulo per la svolta a sinistra, andando a riorganizzare la segnaletica orizzontale all'interno degli sviluppi attualmente a disposizione. La corsia è costituita da un tratto di manovra $L_{m,a}$ e da un tratto di accumulo $L_{a,a}$, rispettivamente di sviluppo pari a 30m (tabella 5 del DM2006, per una $V_p \geq 60 \text{ Km/h}$) e 12m (considerando uno spazio occupato da 2 veicoli in attesa).

Gli accessi diretti verso l'abitato di Piedipaterno sono stati risolti mediante l'inserimento di una intersezione a raso a "T" con isola a goccia, isola triangolare e corsia centrale di accumulo e svolta a sinistra centrale.

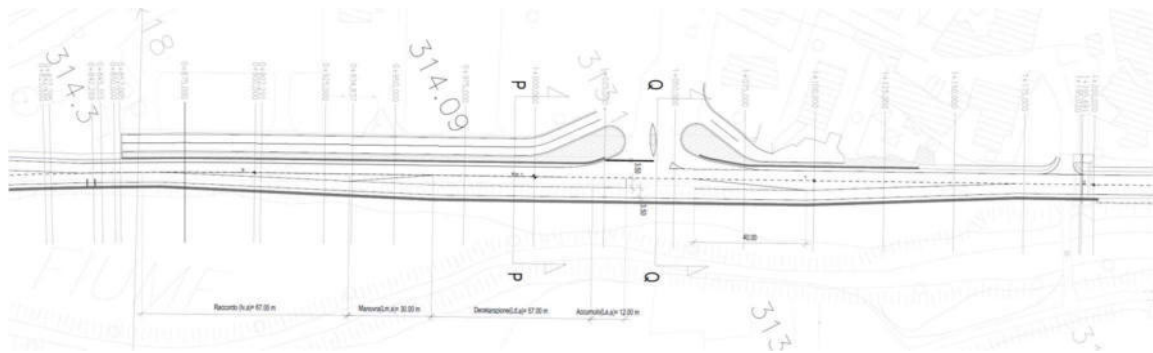


Figura 12 – Intersezione a raso abitato Piedipaterno

L'intersezione con la S.S.385 prevede anch'essa la corsia di accumulo e svolta a sinistra centrale. Entrambe le intersezioni hanno scansione degli elementi pari a:

- RACCORDO ($L_{v,a}$) = 60m, per una $V_p=60$ Km/h;
- MANOVRA ($L_{m,a}$) = 30m, per una $V_p \geq 60$ Km/h;
- DECELERAZIONE ($L_{d,a}$) = 57m, per una $V_p=60$ Km/h;
- ACCUMULO ($L_{a,a}$) = 12m, considerando 2 veicoli in attesa

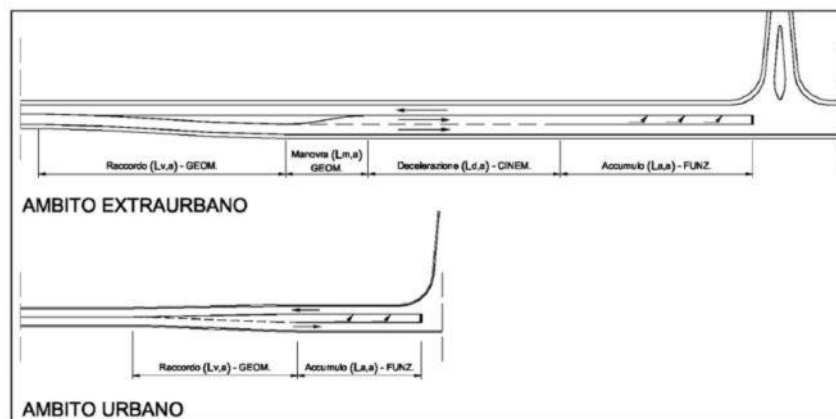


Figura 13 – Geometrie corsia di accumulo ai sensi del DM2006

Si è optato per una larghezza della corsia di accumulo pari a 3.50 m, al fine di favorire la manovra dei mezzi pesanti.

In corrispondenza della chiesa dell'Eremita e del cimitero, in considerazione degli esigui spazi a disposizione e dalla impossibilità di allargare la piattaforma stradale verso il fiume Nera a causa della sua estrema vicinanza, è stata comunque prevista un'ottimizzazione dell'intersezione mediante l'inserimento di un tratto di manovra di circa 30m (in ambito extra-urbano).

4.5 PACCHETTO DI PAVIMENTAZIONE

A seguito dell'allargamento della piattaforma stradale e della regolarizzazione altimetrica, sulla sede attuale è previsto il rifacimento degli strati superficiali in conglomerato bituminoso, con adeguamento in quota della fondazione stradale, mentre nella porzione in allargamento e nei tratti in variante planimetrica è previsto il seguente pacchetto di pavimentazione:

- Strato di usura con bitumi modificati "Hard", sp. 4 cm
- Strato di collegamento (binder) con bitumi modificati "Hard", sp. 8 cm
- Strato di base con bitumi modificati "Hard", sp. 12 cm

- Fondazione stradale in misto granulare non legato, sp. 20 cm
- Rilevato in roccia calcarea frantumata proveniente dagli scavi, sp. minimo 20 cm.

4.6 BARRIERE DI SICUREZZA

Lungo tutto il tracciato, sul lato di valle, è prevista l'installazione di una barriera di sicurezza, anche a protezione del percorso ciclopedonale costituito dal sedime della ex ferrovia Spoleto-Norcia che corre parallelamente alla S.S. 685 sul lato di valle.

Poiché lungo la quasi totalità del tracciato è previsto un muro di sostegno, la barriera di sicurezza è del tipo da bordo ponte, installata sul cordolo di coronamento del muro.

Inoltre, nei pressi dell'abitato di Piedipaterno verrà installata tale barriera anche verso il centro abitato, sul muro di sostegno a contenimento del rilevato stradale verso la nuova complanare di collegamento.

Per quanto riguarda il traffico che interessa l'infrastruttura in progetto, il TGM cumulato nelle due direzioni è pari a poco più di 3.228 v/g, di cui circa 175 veicoli di massa superiore a 3,5 ton (pari al 5.42% \geq 5% del totale).

Con tali valori, in base alle norme vigenti, si è in presenza di un traffico tipo II (TGM > 1.000 e % veicoli pesanti compresa tra 5% e 15%), con il quale per le strade extraurbane secondarie è richiesta una barriera di classe H2 nel caso di bordo ponte ed H1 per il bordo laterale.

In considerazione del contesto paesaggistico nel quale è inserita l'infrastruttura, è previsto l'impiego di barriere in legno e Corten, sia per la H2 BP che per la H1 BL.

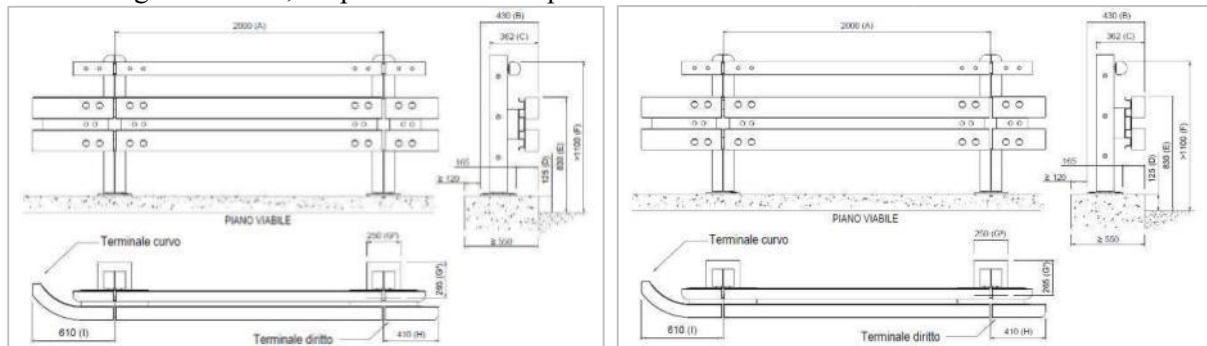


Figura 14 – Pianta, prospetto e sezione tipo della barriera H1 BL e H2 BP in legno e Corten

5. ALLEGATO DEI TABULATI DEGLI ELEMENTI PLANIMETRICI E ALTIMETRICI – VERIFICHE PLANIMETRICHE E ALTIMETRICHE