

Variante alla S.S. 45 "Val di Trebbia"
Comuni di Torriglia e Montebruno
dal Km 31+500 (Costafontana) al Km 35+600 (Montebruno)
2° stralcio funzionale

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

I PROGETTISTI:

Ing. Vincenzo Marzi
Ordine Ing. di Bari n. 3594

Ing. Giuseppe Danilo Malgeri
Ordine Ing. di Roma n. A34610

Geol. Serena Majetta
Ordine Geologi del Lazio n. 928

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio Quondam

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

Ing. Giancarlo Luongo

PROTOCOLLO

DATA

PROGETTO STRADALE

Relazione Tecnica Stradale

comprensiva della Relazione ex art. 4 DM 22/04/04

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	TOOPS00TRARE01			
DPGE03	D	1701	CODICE ELAB.	T00PS00TRARE01	A	-
C						
B						
A	EMISSIONE			Ottobre 2018		
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Indice

1	PREMESSA	2
2	PROGETTO STRADALE	4
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
2.2	ANALISI DELLA STRADA ESISTENTE (RELAZIONE EX ART.4 D.M. 22/04/04).....	5
2.2.1	<i>Premessa</i>	5
2.2.2	<i>Analisi della strada esistente</i>	5
2.2.3	<i>Analisi dei profili velocità propedeutica alla scelta progettuali</i>	9
2.2.4	<i>Sintesi degli interventi atti ad elevare il livello di sicurezza</i>	14
2.3	INTERVENTO DI PROGETTO	15
2.4	ELEMENTI COMPOSITIVI SEDE STRADALE	18
2.4.1	<i>Asse Principale</i>	18
2.4.2	<i>Viabilità locale</i>	18
2.5	ELEMENTI DEL TRACCIATO E VERIFICHE PLANO-ALTIMETRICHE.....	19
2.5.1	<i>Elementi planimetrici</i>	19
2.5.2	<i>Elementi altimetrici</i>	21
2.5.3	<i>Iscrizione del veicolo in curva</i>	21
2.5.4	<i>Piazzole di sosta</i>	22
2.6	DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ E DI VISIBILITÀ	22
2.6.1	<i>Assi principali</i>	22
2.6.2	<i>Intersezioni a raso</i>	23
2.6.3	<i>Dimensionamento e verifiche dell'intersezione</i>	24
3	DISPOSITIVI DI RITENUTA	26
4	PAVIMENTAZIONI	28
5	ALLEGATO 1 VERIFICHE TRATTO 1	32
6	ALLEGATO 2 VERIFICHE TRATTO 2	33

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica stradale è relativa al Progetto Definitivo dell'intervento di variante alla S.S. n. 45 di "Val di Trebbia" dal Km 32+445 al Km 32+619 e dal Km 33+090.50 al Km 34+819.41 in località Costafontana del Comune di Torriglia in Provincia di Genova.

L'intervento di progetto prevede l'adeguamento della statale esistente al fine di ottenere le caratteristiche funzionali di una strada extraurbana secondaria con dimensioni trasversali di una tipo C2 ex DM 05/11/2001; si sottolinea come tale arteria costituisce il principale collegamento tra le province di Genova e di Piacenza e quindi la costa del Mar Ligure con la Pianura Padana. Essa ha origine a Genova nei pressi della stazione Brignole e termina a Piacenza nei pressi della tangenziale dopo aver attraversato l'Appennino ligure passando per la Val Bisagno, la Val Trebbia e per Bobbio.

La tratta della S.S.45 oggetto dell'intervento attraversa una zona montana poco popolata della provincia di Genova, nei pressi dei comuni di Torriglia e Montebruno (fig.1), di cui si attesta una viabilità piuttosto tortuosa con diversi tornanti ed una pendenza elevata. Si sottolinea che la S.S.45 è stata già oggetto di recenti ammodernamenti per gli stralci precedenti dell'intero intervento, collocati a Nord ed a Sud del presente, presi come riferimento per la progettazione definitiva.

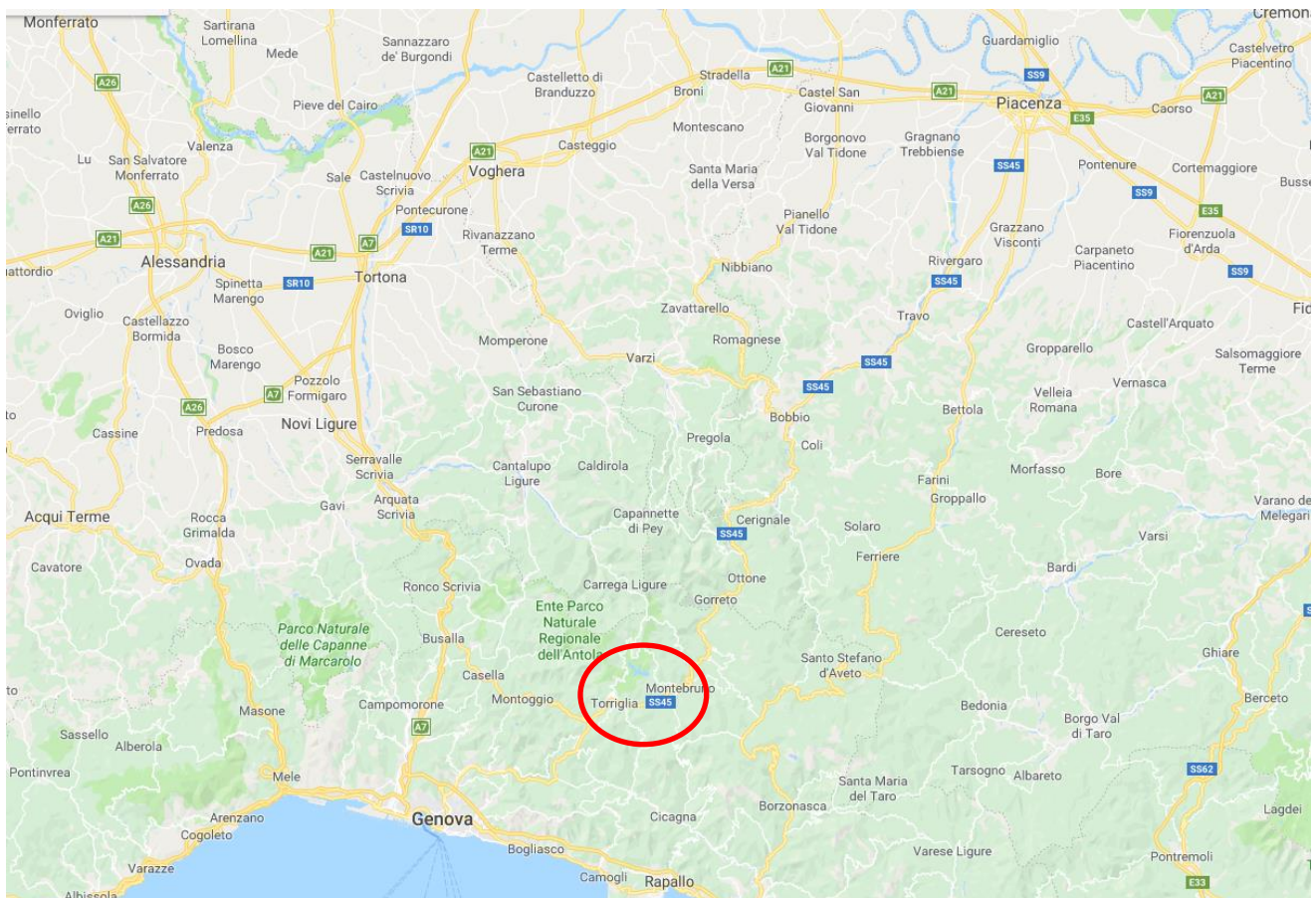


Fig. 1 – Inquadramento territoriale

Nello specifico il tratto interessato dal presente progetto Definitivo, in prosecuzione al 1° Stralcio di cui recente appalto dei lavori da parte di ANAS, si colloca a circa 4 km dal Comune di Torriglia; in particolare l'intervento nasce al km 32+445 e si estende per circa 3 km fino al km 34+800 circa della statale, precisamente ad una distanza di circa 2,5 km dal Comune di Montebruno. Esso è suddiviso in due tratte intervallate da circa 500 m in cui non è stato possibile intervenire per la presenza di insediamenti antropici limitrofi la sede pavimentata attuale (fig.2).

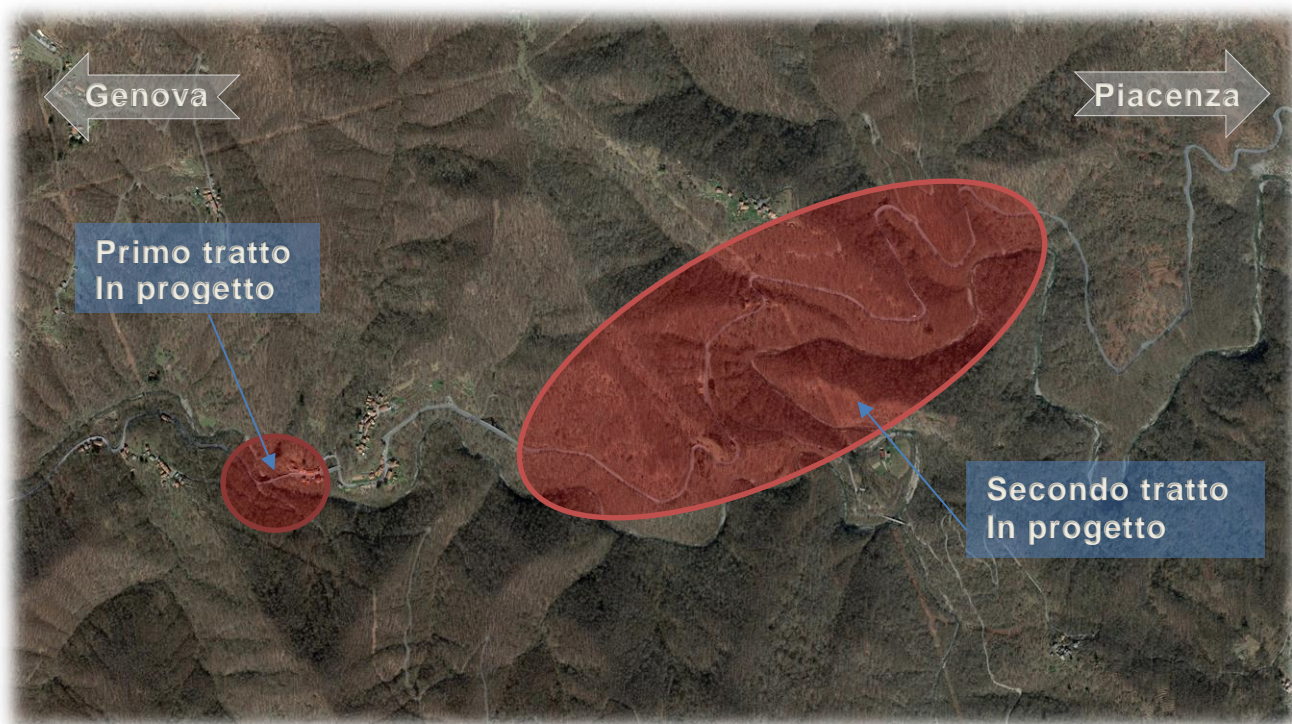


Fig. 2 – Inquadramento dell'intervento

Le scelte progettuali e di tracciato ricalcano sostanzialmente quanto previsto nella precedente versione progettuale ovvero il Progetto Preliminare approvato nell'anno 2013 con esclusione da VIA; ciò tuttavia come aggiornamento della fase di progettazione definitiva, si sono apportate minime modifiche al fine di migliorare l'andamento piano-altimetrico, garantire il rispetto dei criteri normativi ed ottenere una miglior razionalizzazione degli accessi presenti. Inoltre tenuto conto della difficile morfologia del territorio, particolarmente vincolante per la realizzazione delle numerose opere d'arte, si sottolinea che la progettazione stradale è stata condotta in itinere con gli studi geotecnici e strutturali (posizionamento e dimensionamento delle spalle dei viadotti e delle opere di sostegno), cercando la soluzione più vantaggiosa sia in termini di sicurezza stradale, che per la fattibilità delle opere, assieme anche al mantenimento in esercizio dell'infrastruttura statale esistente, unica viabilità di collegamento per questi piccoli centri del genovese.

2 PROGETTO STRADALE

2.1 Riferimenti Normativi

Trattandosi di adeguamento in sede di infrastruttura esistente, l'intervento previsto esula dall'applicazione rigorosa dei criteri propri del DM 05/11/2001 in base alle modifiche introdotte dal DM 22/04/04: in riferimento all'art. 4 di detto Decreto, il presente paragrafo assume quindi la valenza di "specificazione relazione di analisi degli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza".

L'ipotesi progettuale prevede il sostanziale riutilizzo della piattaforma viaria esistente, a meno di brevi tratti di variante e la realizzazione di opere d'arte in affiancamento o in sostituzione alle esistenti; mancando tuttavia una normativa specifica si è fatto riferimento a quanto presente in letteratura tecnica di settore (1) prevedendo determinate deviazioni rispetto alle prescrizioni del DM 05/11/2001, di seguito riportate.

Stante quanto suddetto, si è ritenuto opportuno anche in omogeneità agli altri Stralci recentemente realizzati nella tratta, ottenere un miglioramento sensibile della sicurezza stradale e della transitabilità nel tratto interessato, senza ricercare il completo rispetto normativo e standard e livelli di servizio troppo elevati rispetto a quanto esistente a monte ed a valle dell'intervento oggetto della presente.

Pertanto i riferimenti normativi relativamente agli aspetti stradali dell'infrastruttura sono:

- ✓ D.Lgs. 30-04-1992, n. 285 e s.m.i.: "Nuovo Codice della Strada";
- ✓ D.P.R. 16-12-1992 n. 495 e s.m.i.: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada";
- ✓ DM 05-11-2001, n. 6792 e s.m.i.: n. 6792: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", aggiornato dal DM 22-04-04 che rende le citate norme di riferimento per gli adeguamenti delle strade esistenti;
- ✓ DM 18-02-1992, n. 223: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza", così come recentemente aggiornato dal DM 21/06/04: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- ✓ DM 19-04-2006: "Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", pubblicato sulla G.U. n° 170 del 24-07-06.

(1) Strade e Ferrovie – Mario Servetto - Il Sole 24 ore – settembre 2006

2.2 Analisi della strada esistente (Relazione ex art.4 D.M. 22/04/04)

2.2.1 Premessa

Come suddetto la difficile morfologia dei luoghi ed i limiti economici dell'intervento hanno indotto la progettazione alla soluzione di adeguamento in sede e come tale esula dall'applicazione rigorosa del DM 5/11/01 in base alle modifiche introdotte dal DM 22/04/04. In base a quanto sancito dall'art. 4 di detto Decreto, il presente paragrafo assume quindi la valenza di "specificazione di relazione di analisi degli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza".

2.2.2 Analisi della strada esistente

L'infrastruttura esistente è identificata nella statale S.S.45 di Val Trebbia, che nel tratto oggetto di intervento presenta un andamento abbastanza tortuoso costituito da una serie di curve di piccolo raggio, talvolta anche di 20 m, che comportano criticità non trascurabili legate alla sicurezza stradale, in particolare per la carente visibilità in curva, per la difficile lettura del tracciato e di conseguenza per la brusca riduzione di velocità necessaria per affrontare la suddetta successione di curve, come riportato in figura 3. Anche a livello altimetrico l'itinerario prevede una pendenza media del 5-7% con alcuni tratti con livellette di pendenza maggiore, che declassano il confort di marcia dell'utente, in particolare per i mezzi pesanti; stante quanto suddetto si può affermare che l'attuale sedime stradale non presenta caratteristiche geometriche proprie di una statale. Inoltre la piattaforma pavimentata attuale non supera una larghezza di 7,50 m ed è costituita da corsie di larghezza 3,00-3,25 m e banchine molto ridotte, spesso coperte da vegetazione (fig.4); inoltre sono presenti limiti di velocità di 50 km/h che non garantiscono le condizioni di sicurezza per l'utenza.

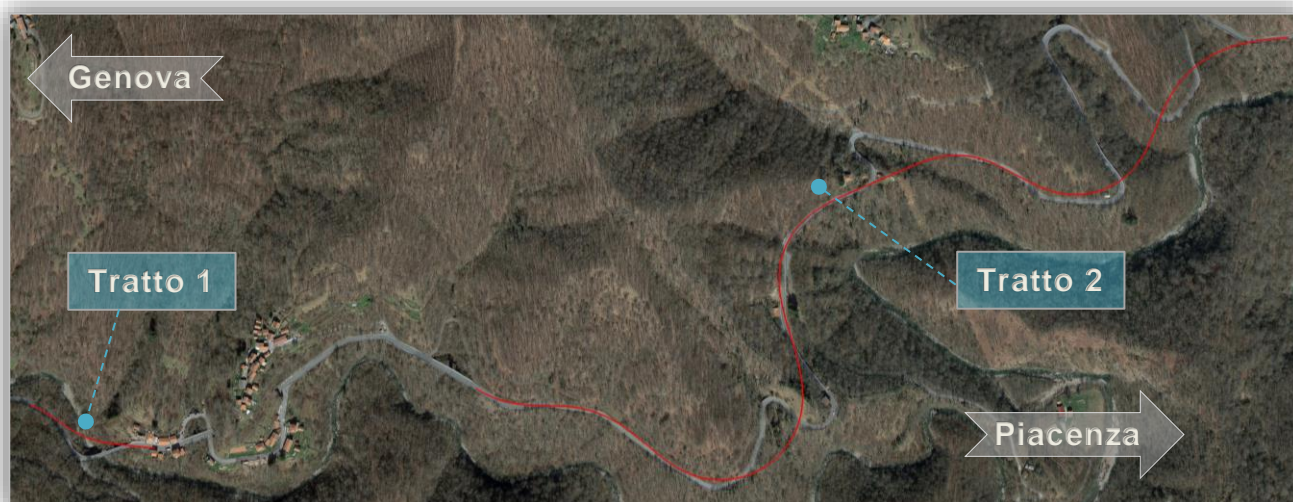


Fig. 3 – Intervento di progetto

Si sommano alle precedenti criticità la presenza di abitazioni ed altre proprietà private immediatamente a ridosso della sede stradale (figg. 5-6), che rappresentano un vincolo non indifferente per un allargamento della piattaforma in sede, come il fatto che la stessa viabilità rappresenta, a mezzo di innesti a raso, l'unico collegamento per raggiungere alcune frazioni dei comuni di Torriglia e Montebruno (per il quale si riscontra la forte criticità di un eventuale chiusura al traffico della tratta di intervento durante i lavori) come riportato in fig.7.



Fig. 4 – Stato attuale viabilità



Fig. 5 – Presenza di accessi diretti



Fig. 6 – Presenza di accessi diretti

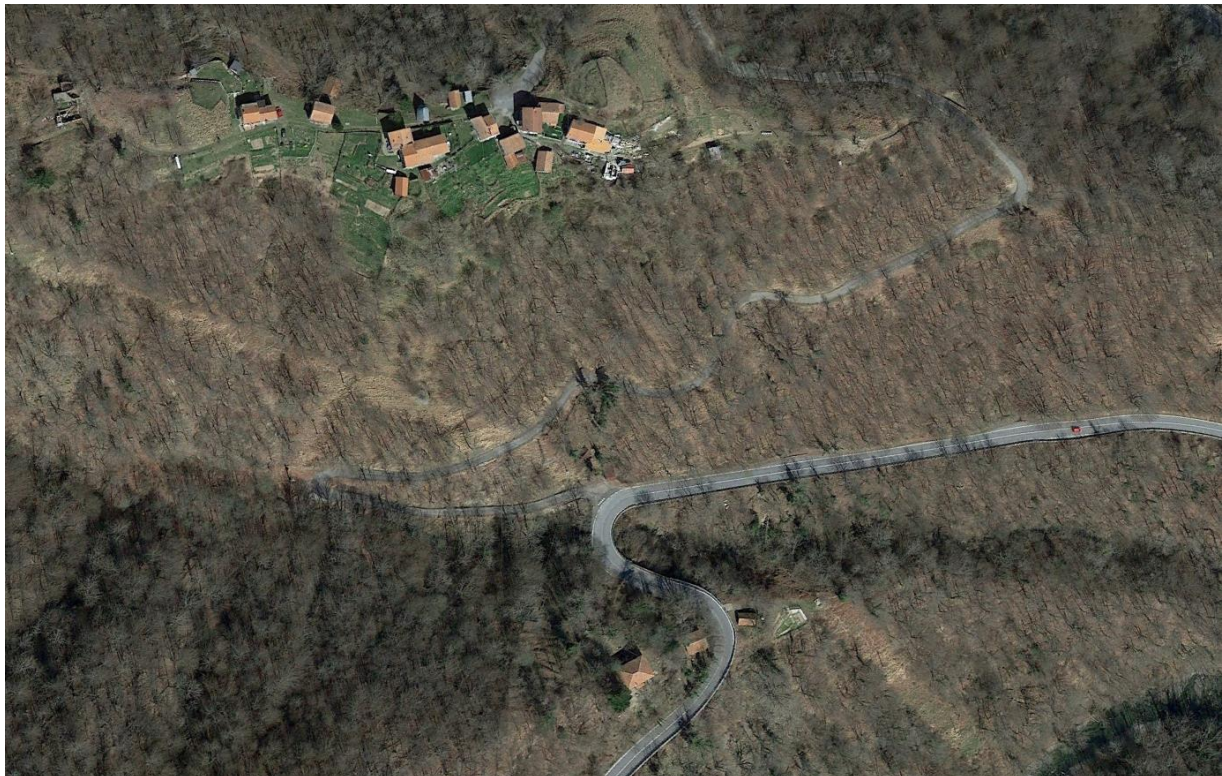


Fig. 7 – Presenza di accessi diretti

Infine si attesta la presenza di opere d'arte in muratura o pietra locale, con dimensioni non adeguate per operare ad un mantenimento in esercizio delle stesse con un allargamento del sedime stradale, come raffigurato in fig. 8-9.



Fig. 8 – Stato attuale accessi ed opere esistenti

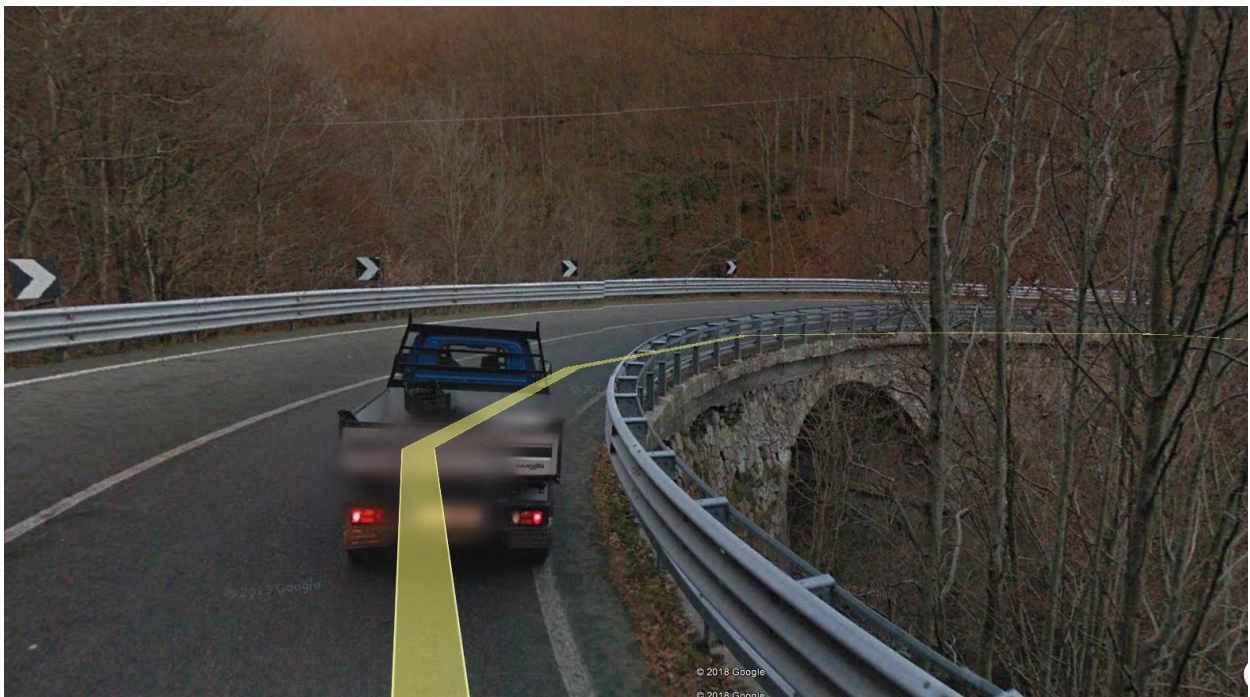


Fig. 9 – Opere d'arte esistenti

Stante quanto suddetto si è ritenuto necessario prevedere ad un adeguamento della viabilità esistente per quanto possibile mantenendo il sedime esistente e prevedendo necessari tratti in

variante per garantire una miglior fruibilità della circolazione sulla tratta ma con il mantenimento degli accessi verso gli insediamenti antropici quali le frazioni dei Comuni interessati ed accessi privati esistenti.

2.2.3 Analisi dei profili velocità propedeutica alla scelta progettuali

Al fine di decidere il corridoio di tracciato e l'intervallo di velocità più consono per l'intervento di progetto, in prima battuta si è ribattuta la geometria dell'infrastruttura esistente, per valutare l'opportunità di un adeguamento in sede. Dallo studio effettuato è emerso che l'attuale statale S.S.45 nel tratto in esame presenta curve di raggio variabile da 16 a 150 m, che penalizzano enormemente la velocità di percorrenza della tratta, spesso inferiore a 30 km/h. Inoltre si registrano dei gradienti di velocità maggiori ai limiti consentiti dalla norma: in particolare, in riferimento al diagramma di velocità riportato in fig.10, si evidenziano alcuni tratti in rettilineo in cui la V_p potrebbe superare i 50 km/h seguiti da alcuni tornanti, percorsi a loro volta a velocità ridotte, fino a 20-25 km/h che determinano un delta anche di 30 km/h.

Stante quanto suddetto e considerata la morfologia dei luoghi (di cui versanti a monte e valle molto acclivi), è risultato impossibile, mantenendosi in allargamento al sedime esistente, poter prevedere un innalzamento della velocità e di conseguenza dei raggi di curvatura ai valori minimi richiesti per una strada tipo "C2" (di 60 km/h a cui corrisponde un raggio minimo pari a 118 m). Pertanto è risultato necessario prevedere alcuni tratti di variante al sedime esistente, per rettificare l'itinerario evitando i tratti con raggio di curvatura dell'ordine di 20-50 m ed al fine di incrementare la V_p minima rispettando il valore minimo richiesto dal DM per una strada extraurbana secondaria, pari al valore di 60 km/h.

Ciò tuttavia da un'analisi dei profili di velocità della soluzione di progetto (fig.11) è emerso che nonostante la rettifica del tracciato, la difficile morfologia del territorio non permette mai il raggiungimento di una V_p max pari a 100 km/h e di contro sono richiesti ingenti allargamenti della piattaforma pavimentata al fine di sanare i deficit di visibilità previsti (dell'ordine anche di 5,00 m, di difficile gestione e realizzazione per le opere d'arte maggiori).

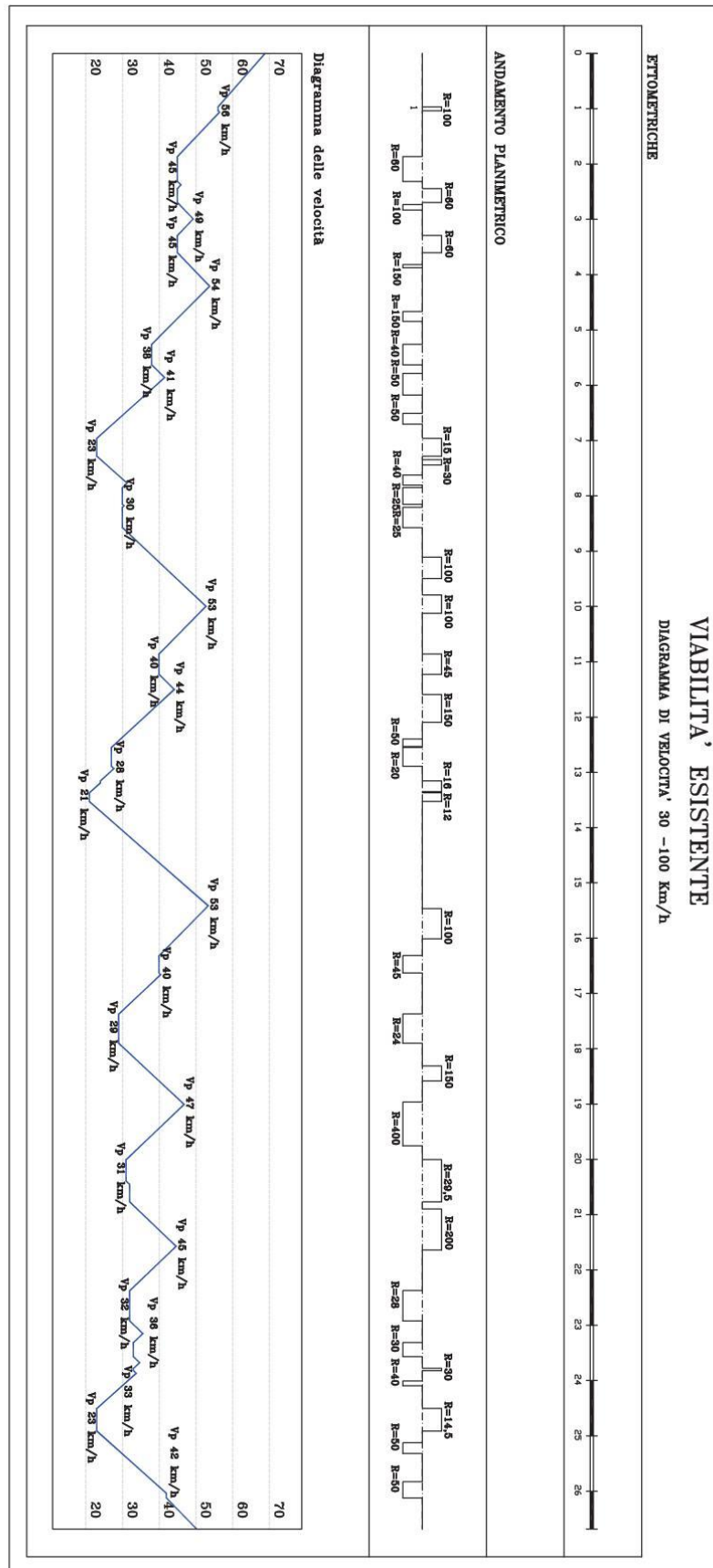


Fig. 10 – Analisi dinamica della statale esistente

Nello specifico infatti il reale andamento dinamico della nuova infrastruttura di progetto, dettato dagli elementi plano-altimetrici inseriti, prevede una velocità variabile da un minimo di 60 km/h ad una Vp massima (soltanto in maniera puntuale) pari a 74 e 77 km/h.

Stante quanto suddetto e valutato specialmente il contesto territoriale prima e dopo la tratta di intervento oggetto della presente, sia al fine di rendere omogeneo il tracciato con gli altri stralci dell'itinerario (recentemente ammodernati) che al fine di prevedere una piattaforma pavimentata adeguata alla corretta percorrenza dell'utenza e soprattutto gestibile per le fasi di realizzazione delle numerose opere d'arte previste, si è ritenuto opportuno prevedere una velocità massima di 70 km/h. Tale valore innanzitutto non comporta difatti alcuna penalizzazione nella percorrenza dell'infrastruttura (come peraltro confermato in fig.11 dalla linea magenta tratteggiata, che sostanzialmente è quasi coincidente con la Vp max "dinamica" desunta dalla geometria degli elementi di tracciato), mentre ha consentito di ridurre l'entità degli allargamenti per visibilità e lo sviluppo di alcuni tratti in clotoide in punti particolari quali le spalle dei viadotti.

Si riportano di seguito (fig.12) le risultanze di tale analisi dinamica della soluzione di progetto finale, i cui elementi di tracciato plano-altimetrico prevedono il completo rispetto della normativa per l'intervallo di velocità considerato (60-70 km/h) ed allargamenti di piattaforma dell'ordine di 3,00m, da ritenersi compatibili con un'intuibile piattaforma pavimentata e non troppo gravosi per la realizzazione delle geometrie delle numerose opere.

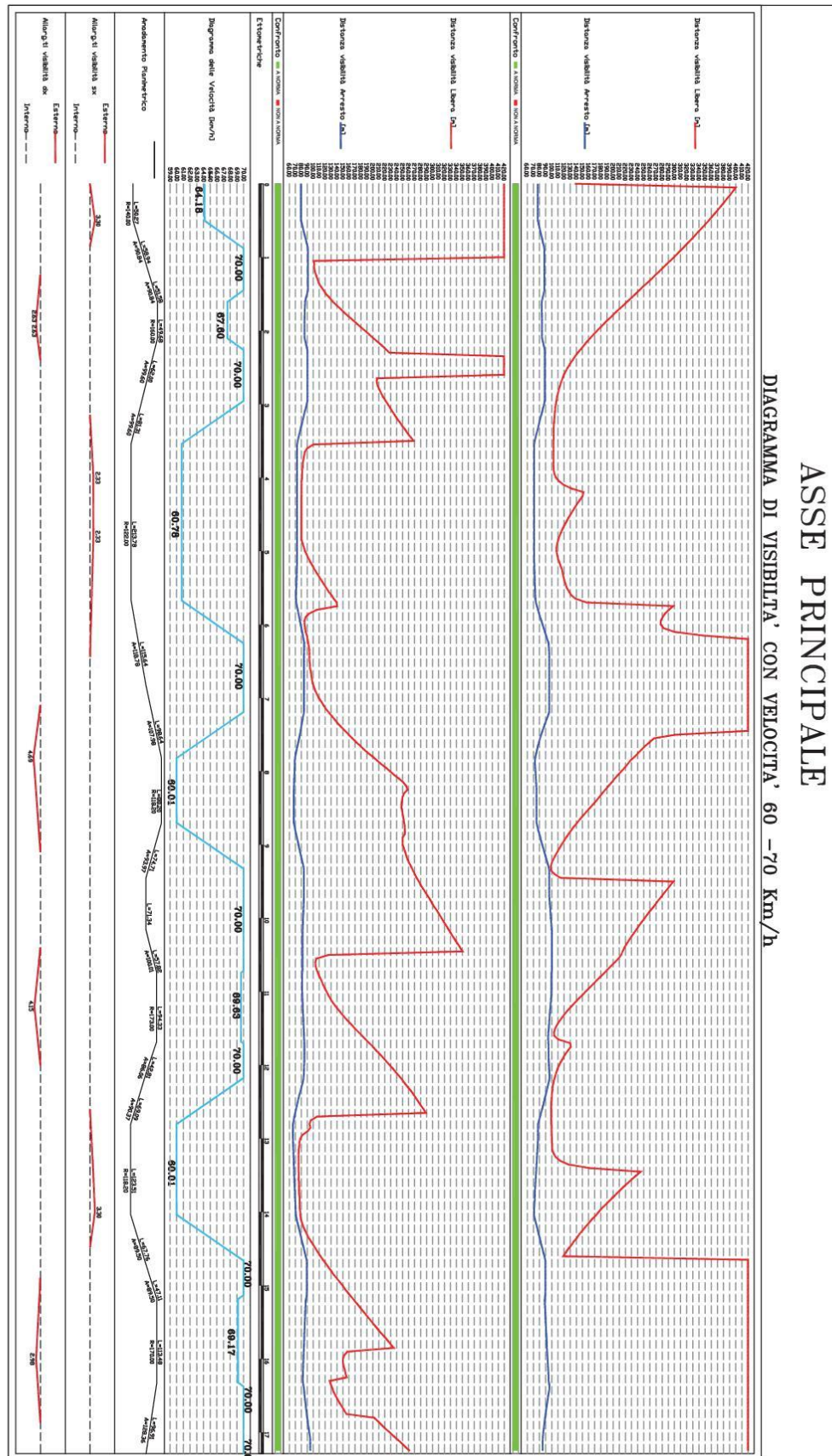


Fig. 12 – Analisi dinamica soluzione finale

2.2.4 Sintesi degli interventi atti ad elevare il livello di sicurezza

In sintesi, si riassumono gli aspetti di carattere generale in grado di elevare il livello di sicurezza offerto all'utenza dall'intervento in progetto:

- geometrizzazione del tracciato con inserimento di curve a raggio variabile (raccordi clotoidici);
- innalzamento della velocità di progetto minima e massima prevedendo tratti di variante al sedime esistente con configurazione meno tortuosa del tracciato;
- abbassamento generale della pendenza longitudinale dell'itinerario;
- miglioramento della sovrastruttura stradale e conseguente sopraelevazione della sagoma trasversale della piattaforma secondo quanto previsto dal DM 05/11/2001;
- razionalizzazione e messa in sicurezza delle intersezioni a raso presenti di ricucitura della rete locale esistente;
- analisi delle prestazioni del tracciato in termini di visibilità per l'arresto ed adozione di provvedimenti mitigativi (ampliamenti di sezione con zebratura etc.) nei tratti in cui si è riscontrata tale carenza;
- ampliamento della sezione trasversale a 9,50 m (oltre agli allargamenti per iscrizione e visibilità) in conformità alla categoria C2 del DM 05/11/2001;
- adozione di barriere di sicurezza rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (DM 21/06/04).
- compatibilità dell'intervento con i tratti recentemente realizzati o in corso di ammodernamento (in particolare per i limiti di velocità);

La valenza degli elementi positivi di cui sopra e la loro lettura combinata concorrono a concludere che, nello spirito di quanto richiesto dal DM n. 67/S del 22.04.2004, l'intervento configurato in progetto migliora complessivamente la sicurezza del sistema rispetto all'infrastruttura attuale.

2.3 Intervento di Progetto

Stante quanto detto precedentemente, l'intervento di progetto si suddivide in due tratti dell'attuale S.S. n. 45 di "Val di Trebbia", un primo dal km 32+445 al km 32+619 (per la realizzazione del Viadotto di attraversamento del Fiume Trebbia) ed un secondo dal km 33+090.50 al km 34+819.41 di adeguamento della statale esistente, al fine di migliorare il più possibile il livello di sicurezza all'utente, prevedendo la realizzazione di 4 viadotti e di una galleria artificiale.

Per l'infrastruttura principale è stata prevista l'adozione di una tipologia C2 "extraurbana secondaria" secondo il DM 05/11/2001: il tracciato si estende per uno sviluppo di circa 2 Km in cui l'intervallo di velocità di progetto sarà pari a 60-70 Km/h (data l'impossibilità di prevedere la Vp max di 100 km/h sia per la difficile orografia del territorio sia in omogeneità con i lotti adiacenti).

In linea generale l'intervento ricalca sostanzialmente le stesse scelte della progettazione preliminare, apportando alcune modifiche e migliorie per garantire il completo rispetto della normativa tecnica stradale: nello specifico è previsto un adeguamento del sedime attuale della viabilità esistente per uno sviluppo totale di circa 1.215 m, in cui previa scarifica del pavimentato esistente, l'allargamento della carreggiata necessita di un ammorsamento del nuovo rilevato sull'esistente e spesso della realizzazione di muri di controripa e sottoscarpa rispettivamente lato monte o lato valle per garantire il corretto ingombro della nuova sede stradale prevista in progetto. Ciò tuttavia in alcuni tratti non è stato possibile intervenire sulla piattaforma attuale e pertanto il tracciato necessita di una variante al percorso esistente, che necessita della realizzazione di nuove opere d'arte, tra cui n.4 viadotti (per uno sviluppo totale di 487,50 m) ed una galleria artificiale di 25 metri. Nello specifico il tracciato ha origine al km 32+445, in continuità con il lotto precedente oggetto di recente ammodernamento; l'asse presenta una curva in sinistra di raggio pari a 118,20 m per poi ricollegarsi con la viabilità esistente appena dopo la fine dell'attuale ponte sul Fiume Trebbia. E' prevista la realizzazione di un nuovo viadotto sull'omonimo fiume, previsto da prg. 0+040 a prg.0+110, mantenendo comunque in esercizio il ponte esistente, come viabilità secondaria. Il tratto denominato "1" termina alla prg. 0+173.94 (km 32+619 circa), in corrispondenza degli insediamenti antropici presenti a ridosso della sede stradale attuale, che rappresentano un vincolo a qualsiasi tipo di intervento. Prima e dopo l'opera di scavalco sono previsti accessi a raso della viabilità secondaria che garantisce il collegamento con una frazione comunale e i fondi privati; si sono garantiti i triangoli di visibilità per effettuare le manovre in sicurezza.

L'intervento di progetto riprende circa 500m dopo al km 33+090 in cui ha inizio il "tratto 2": il tracciato ha origine a valle di un viadotto esistente e si sviluppa per circa 2 km. In questo primo tratto è prevista la scarifica del pavimentato esistente e conseguente realizzazione del nuovo manto stradale, senza sostanziali modifiche di tracciato, a meno della realizzazione di opere di sostegno

quali muri di sottoscarpa e paratie di controripa. L'asse di tracciamento ha origine con una curva sinistrorsa di raggio 140 m seguita da una serie di flessi planimetrici, costituiti da una curva destrorsa di raggio pari a 160 m, una curva in sinistra di raggio di 122 m ed una curva destrorsa di raggio 118,2 m; tali elementi sono opportunamente raccordati da clotoidi di parametro conforme ai dettami della normativa. In località Costafontana l'asse prevede una rettifica della curva esistente (ampliamento dell'attuale raggio di circa 50 m incompatibile con una strada tipo C) che rende necessaria la realizzazione del "Viadotto 1" da prg.0+455 a prg. 0+545 e dell'unica "Galleria artificiale" tra le prg. 0+575 e 0+600; è prevista inoltre una intersezione a "T" necessaria alla ricucitura della viabilità locale esistente, per la quale dopo diversi tentativi di tracciato, è stato indispensabile prevederla a tergo del muro di sottoscarpa dell'asse principale.

Proseguendo lungo il tracciato si registra un breve tratto in rettilineo (sviluppo pari a 71 m) nel quale è stato possibile prevedere un'altra intersezione a "T" sul sedime dell'attuale infrastruttura, di collegamento con gli insediamenti antropici presenti lato monte. Successivamente, considerato il tortuoso andamento del percorso attuale, l'intervento di progetto si colloca in variante al sedime esistente, il cui tracciamento prevede un doppio flesso planimetrico, caratterizzato da una prima curva in destra di raggio 173 m, una curva in sinistra di raggio pari a 118,2 m prima di ricollegarsi al sedime della statale esistente con una curva in destra di raggio 170 m. Lungo questo tratto si rende necessaria la realizzazione del "Viadotto 2", previsto da prg. 1+013 a prg. 1+133.50, seguito dal "Viadotto 3" da prg. 1+377.92 a prg. 1+489.92 ed infine dal "Viadotto 4" da prg. 1+561.52 a prg. 1+656.52. La fine dell'intervento si registra al km 34+819.41, poco dopo l'ultima intersezione a raso, realizzata per garantire la ricucitura della viabilità locale (in località Donderi) per la quale viene mantenuta in esercizio un tratto di statale esistente. Negli ultimi 30 m è prevista la rastremazione della sezione stradale al pavimentato attuale che sancisce anche il termine della paratia di controripa lato monte.

In via riepilogativa, il tracciato stradale si suddivide in un primo tratto di sviluppo totale 174 m circa (di cui un viadotto di lunghezza 70 m) ed un secondo tratto di sviluppo totale 1.729 m circa, per il quale si riassumono le seguenti opere maggiori, oltre a numerose opere di sostegno:

Viadotto 1 (L= 90 m)

Viadotto 2 (L= 120,50 m)

Viadotto 3 (L= 112 m)

Viadotto 4 (L= 95 m)

Galleria artificiale (L= 25 m)

Si riporta di seguito (fig.13) un confronto planimetrico tra la soluzione di progetto del Preliminare (colore verde) e l'aggiornamento del tracciato nel presente Progetto Definitivo (nero).

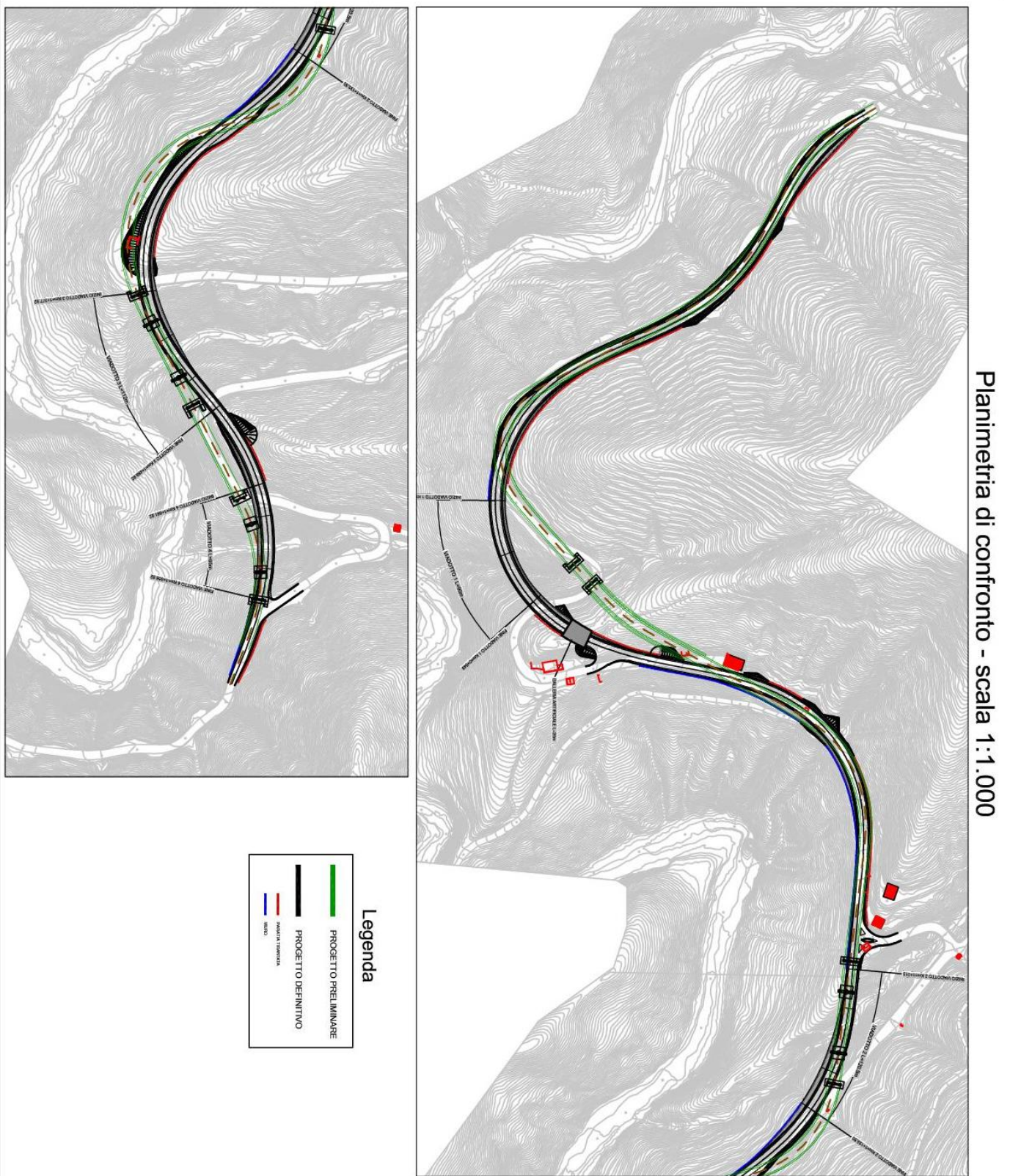


Fig. 13 – Planimetria di confronto PP - PD

2.4 Elementi compositivi sede stradale

2.4.1 Asse Principale

La sezione tipo adottata per l'asse principale è riferibile alla Categoria tipo "C2" del DM 05/11/2001, relativa alle strade extraurbane secondarie; essa presenta una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 9,50 m, sia in rilevato che in scavo, costituita dai seguenti elementi:

- ✓ banchine in sinistra e destra da 1,25 m;
- ✓ n° 2 corsie (1 per senso di marcia) da 3,50 m;
- ✓ arginello di larghezza totale pari a 1,50 m.
- ✓ in trincea, cunetta di larghezza totale pari a 1,00m
- ✓ banca a tergo cunetta 0,50m.

Le prescrizioni normative per tale tipologia di strada si riassumono nella tabella seguente:

Velocità massima di progetto	Vpmax	100,00 km/h
Velocità minima di progetto	Vpmin	60,00 km/h
Pendenza longitudinale massima	ilong	7,00%
Pendenza trasversale massima	itrasv	7,00%
Coefficiente di aderenza limite trasversale	ftmax	0,17
Raggio minimo	Rmin	118 m

Ciò tuttavia considerata la difficile morfologia del territorio ed in virtù di un adeguamento della viabilità esistente (rif. DM 22/04/04) che hanno determinato le scelte di tracciato, si è reso necessario prevedere un intervallo di velocità di progetto pari a 60-70 km/h, peraltro in omogeneità con quanto previsto negli stralci precedenti.

2.4.2 Viabilità locale

In riferimento al par. 3.5 del DM 05/11/2001 le viabilità locali si sono intese come strade a destinazione particolare e pertanto esulano dai criteri dello stesso DM rappresentando una "ricucitura" della rete viaria esistente; nella more degli interventi previsti sarà realizzata la ricucitura per qualche centinaio di metri della viabilità di collegamento con "Pian della Chiesa" ed altre viabilità di accesso per le quali si sono mantenute le dimensioni del sedime esistente.

2.5 Elementi del tracciato e verifiche plano-altimetriche

L'intervento in oggetto ha una lunghezza complessiva di circa 174,00 m (di cui 70,00 m in viadotto) per il primo tratto e di 1.729,00 m (di cui 418,00 m in viadotto e 25,00 m in galleria artificiale) per il secondo tratto di intervento.

La geometrizzazione plano-altimetrica della linea d'asse è stata effettuata con riferimento ai criteri del DM 5/11/01; il profilo longitudinale è stato geometrizzato tramite livellette e raccordi parabolici considerando una velocità V_{pMAX} 70 Km/h.

Si riepilogano di seguito le caratteristiche geometriche:

- pendenza massima per il primo tratto 1.29%
- raggio concavo max. per il primo tratto 2500m
- pendenza massima per il secondo tratto 7.00%
- raggio concavo max. per il secondo tratto 1820m
- raggio convesso max. per il secondo tratto 5000m

Come già descritto in precedenza, date le caratteristiche territoriali e lo stato attuale dei luoghi le velocità massime di progetto sono state impostate a 70 km/h, in omogeneità con quanto già previsto nei tratti adiacenti all'intervento in oggetto; per il solo tratto 1, dato il modesto sviluppo dell'intervento, le verifiche sono state condotte considerando i limiti esistenti di 50 km/h prima e dopo l'intervento (corrispondenti ad una V_p di 60 km/h).

2.5.1 Elementi planimetrici

Si sono esaminati i parametri geometrici del tracciato e confrontati con i valori minimi e massimi previsti dal D.M. 05/11/2001: l'esito delle verifiche è riportato nelle tabelle seguenti, in cui, per ogni elemento del tracciato, sono elencati i parametri geometrici fondamentali, i valori principali della velocità di progetto e gli esiti delle verifiche sui criteri compositivi del tracciato e sulle variazioni di velocità.

La lunghezza del **rettifilo** viene confrontata con la lunghezza minima, funzione di V_p , dedotta dalla tabella presente in §5.2.2 del D.M. 05/11/2001; la lunghezza del rettifilo viene inoltre confrontata con la lunghezza massima, funzione di V_p , prevista dalla norma: $L_{max}=22xV_p$.

Il **raggio** viene confrontato con il valore minimo (R_{min}) previsto dal D.M. 05/11/2001; e lo sviluppo viene confrontato con lo sviluppo minimo corrispondente ad un tempo di percorrenza di 2.5s alla velocità di progetto V_p ; la pendenza trasversale viene infine confrontata con i valori previsti negli abachi delle figure 5.2.4° e 5.2.4b del D.M.

Per quanto riguarda il parametro della **clotoide** esso viene confrontato con i valori minimi e con il valore massimo previsti dal D.M. 05/11/2001 in §5.2.5 (limitazione del contraccolpo, criterio dei cigli per la sovrappendenza longitudinale, criterio ottico).

Sono presenti complessivamente n° 8 curve circolari di progetto, una nel primo tratto di raggio 118,2 m e sette nel secondo tratto con un raggio compreso tra un minimo di 118,2 m ad un massimo di 170 m. Resta inteso che l'asse di tracciamento è stato ottimizzato al fine di ottenere un andamento comunque "sinuoso", al fine di rallentare dinamicamente l'utente in approccio alle stesse.

Si rimanda all'allegato della presente per le verifiche dinamiche sul tracciato planimetrico di progetto che non presentano alcun difetto rispetto alla norma cogente per l'intervallo di velocità impostato, ad eccezione dello sviluppo del cerchio della curva n.1 che registra soltanto un difetto di percezione, da ritenersi trascurabile sia per il modesto sviluppo del "tratto 1", sia per i vincoli antropici presenti che consentono alcune deviazioni al DM 2001, in relazione ad un adeguamento di viabilità esistente quale l'intervento in oggetto.

Di seguito si riportano i tabulati sintetico di verifica planimetrica dei due assi di tracciamento distinti, tratto 1 (Km 32+445 – Km 32+629) e tratto 2 (Km 33+090 – Km 34+819):

Tratto 1:

Tipo Elemento	Prog In (m)	Prog Fin (m)	R (m)	Vel. Max	Vel. Prog.	Sv. (m)	A	L. Max Rett. (m)	L. Min Rett. (m)	Sv. Min. Raggio (m)	Raggio min. (m)	Criterio ottico	Criterio contr.	Criterio sovr. long.	Verifica
Clotoide U	0+0,00	0+22,360		50 Km/h	60 Km/h	22,36	75,6					39,4	42,6	41,6	SI
Clotoide E	0+22,360	0+70,710		50 Km/h	60 Km/h	48,35	75,6					39,4	42,6	41,6	SI
Circonferenza	0+70,710	0+79,480	118,2	50 Km/h	60 Km/h	8,77				37,47	118,11				NO
Clotoide	0+79,480	0+127,830		50 Km/h	60 Km/h	48,35	75,6					39,4	47,1	50,5	SI
Rettifilo	0+127,830	0+173,940		50 Km/h	60 Km/h	46,11		1320	40						SI

Tratto 2:

Tipo Elemento	Prog In (m)	Prog Fin (m)	R (m)	Vel. Max	Vel. Prog.	Sv. (m)	A	L. Max Rett. (m)	L. Min Rett. (m)	Sv. Min. Raggio (m)	Raggio min. (m)	Criterio ottico	Criterio contr.	Criterio sovr. long.	Verifica
Circonferenza	0+0,00	0+50,273	140	64 Km/h	70 Km/h	50,27				44,57	118,11				SI
Clotoide U	0+50,273	0+109,217		70 Km/h	70 Km/h	58,94	90,8					46,7	87,3	61,7	SI
Clotoide E	0+109,217	0+160,793		70 Km/h	70 Km/h	51,58	90,8					53,3	85,1	66	SI
Circonferenza	0+160,793	0+210,468	160	68 Km/h	70 Km/h	49,68				46,94	118,11				SI
Clotoide U	0+210,468	0+272,467		70 Km/h	70 Km/h	62,00	99,6					15,3	85,1	66	SI
Clotoide E	0+272,467	0+353,777		70 Km/h	70 Km/h	81,31	99,6					40,7	89,2	57,6	SI
Circonferenza	0+353,777	0+567,559	122	61 Km/h	70 Km/h	213,78				42,21	118,11				SI
Clotoide U	0+567,559	0+683,198		70 Km/h	70 Km/h	115,64	118,8					40,7	89,2	57,6	SI
Clotoide E	0+683,198	0+781,839		70 Km/h	70 Km/h	98,64	118,8					39,4	89,5	56,7	SI
Circonferenza	0+781,839	0+870,044	118,2	60 Km/h	70 Km/h	88,20				41,67	118,11				SI
Clotoide	0+870,044	0+944,754		70 Km/h	70 Km/h	74,71	94					39,4	93,8	66,1	SI
Rettifilo	0+944,754	1+016,090		70 Km/h	70 Km/h	71,34		1540	65						SI
Clotoide	1+016,090	1+073,909		70 Km/h	70 Km/h	57,82	100					57,7	90,3	79,9	SI
Circonferenza	1+073,909	1+168,235	173	70 Km/h	70 Km/h	94,33				48,35	118,11				SI
Clotoide U	1+168,235	1+211,050		70 Km/h	70 Km/h	42,81	86,1					57,7	83,7	68,6	SI
Clotoide E	1+211,050	1+280,136		70 Km/h	70 Km/h	69,09	90,4					39,4	89,5	56,7	SI
Circonferenza	1+280,136	1+403,649	118,2	60 Km/h	70 Km/h	123,51				41,67	118,11				SI
Clotoide U	1+403,649	1+471,411		70 Km/h	70 Km/h	67,76	89,5					39,4	89,5	56,7	SI
Clotoide E	1+471,411	1+518,525		70 Km/h	70 Km/h	47,11	89,5					56,7	84	68	SI
Circonferenza	1+518,525	1+632,004	170	69 Km/h	70 Km/h	113,48				48,03	118,11				SI
Clotoide	1+632,004	1+728,917		70 Km/h	70 Km/h	96,91	128,4					56,7	90,5	79,2	SI

2.5.2 Elementi altimetrici

Il profilo longitudinale dell'asse principale è stato geometrizzato tramite livellette e raccordi parabolici, nel pieno rispetto dei criteri del DM 05.11.2001.

Non sussistono criticità ed i valori dei raccordi altimetrici sono sempre superiori ai minimi richiesti. La pendenza massima della livelletta si attesta al 7.00% mentre il raccordo minimo convesso risulta di raggio pari a 1.500 m, mentre per il concavo il valore minimo è di 800 m; rispondenti alle verifiche del DM data la riduzione di velocità prevista.

Di seguito si riportano i tabulati di verifica altimetrica dell'asse del tratto 1 (Km 32+445 – Km 32+629):

Tipo Elemento	Prog In (m)	Prog Fin (m)	R (m)	Vel. Max	Vel. Prog.	Sv. (m)	Pendenza (%)	Pendenza max. (%)	Raggio min. visibilità	Raggio min. comfort	Verifica
Livellotta 1	0+0,00	0+139,638			60 km/h	139,64	-2,14	7			SI
Parabola 1 convesso	0+108,074	0+171,202	2500	60 km/h	60 Km/h	63,13			163,6	462,9	SI
Livellotta 2	0+139,638	0+173,949			60 km/h	34,31	1,24	7			SI

Di seguito si riportano i tabulati di verifica altimetrica dell'asse del tratto 2 (Km 33+090 – Km 34+819):

Tipo Elemento	Prog In (m)	Prog Fin (m)	R (m)	Vel. Max	Vel. Prog.	Sv. (m)	Pendenza (%)	Pendenza max. (%)	Raggio min. visibilità	Raggio min. comfort	Verifica
Livellotta 1	0+0,00	0+171,367			70 km/h	171,37	1,3	7			SI
Parabola 1 convesso	0+155,470	0+187,256	5000	68 km/h	70 Km/h	31,79			qualsiasi	601,7	SI
Livellotta 2	0+171,367	0+316,032			70 km/h	144,67	0,66	7			SI
Parabola 2 concavo	0+314,708	0+317,356	1000	67 Km/h	70 Km/h	2,65			qualsiasi	576,85	SI
Livellotta 3	0+316,032	0+577,034			70 km/h	261,00	0,92	7			SI
Parabola 3 convesso	0+515,192	0+638,877	2300	70 Km/h	70 Km/h	123,68			630,1	2268,78	SI
Livellotta 4	0+577,034	0+739,102			70 km/h	162,07	-4,45	7			SI
Parabola 4 concavo	0+721,277	0+756,927	1500	70 Km/h	70 Km/h	35,65			317,5	624,2	SI
Livellotta 5	0+739,102	0+807,256			70 km/h	68,15	-2,08	7			SI
Parabola 5 convesso	0+789,263	0+825,249	1500	60 Km/h	70 Km/h	35,99			qualsiasi	463,11	SI
Livellotta 6	0+807,256	0+994,189			70 km/h	186,93	-4,48	7			SI
Parabola 6 convesso	0+969,571	1+018,808	1950	70 Km/h	70 Km/h	49,24			630,1	1921,82	SI
Livellotta 7	0+994,189	1+131,552			70 km/h	137,36	-7	7			SI
Parabola 7 concavo	1+101,942	1+161,161	1820	70 Km/h	70 Km/h	59,22			623,5	1811,11	SI
Livellotta 8	1+131,552	1+223,944			70 km/h	92,39	-3,75	7			SI
Parabola 8 convesso	1+190,354	1+257,535	2300	70 Km/h	70 Km/h	67,18			630,1	2284,66	SI
Livellotta 9	1+223,944	1+351,195			70 km/h	127,25	-6,67	7			SI
Parabola 9 concavo	1+300,784	1+401,607	1550	60 Km/h	70 Km/h	100,82			463,1	1529,05	SI
Livellotta 10	1+351,195	1+570,747			70 km/h	219,55	-0,16	7			SI
Parabola 10 convesso	1+515,034	1+626,459	2300	70 Km/h	70 Km/h	111,43			624,5	2293,67	SI
Livellotta 11	1+570,747	1+673,362			70 km/h	102,62	-5,01	7			SI
Parabola 11 concavo	1+637,312	1+709,412	800	60 Km/h	70 Km/h	72,10			296,3	800	SI
Livellotta 12	1+673,362	1+728,917			70 km/h	55,55	4,01	7			SI

2.5.3 Iscrizione del veicolo in curva

In riferimento al par. 5.2.7 del DM 05/11/2001 riguardo l'allargamento per l'iscrizione del veicolo in curva si sono resi necessari allargamenti delle corsie in tutte le curve presenti per l'intero intervento. Inoltre ritenendosi probabile l'incrocio in curva tra autotreni ed autoarticolati i valori determinati dalla formula $E=K/R$ si sono riportati tutti sul lato interno della curva rimodulando le

corsie (come prescritto dal sopracitato paragrafo della normativa). Si rimanda agli appositi elaborati grafici per un maggior dettaglio di quanto suddetto.

2.5.4 Piazzole di sosta

In riferimento al par. 4.3.6 del DM 05/11/2001 riguardo le piazzole di sosta si è reso necessario l'inserimento di due piazzole di sosta nel secondo tratto in progetto posizionate una per ogni lato della carreggiata. Dette piazzole sono state dimensionate così come da limiti normativi (fig.14), collocate rispettivamente alla prg. 0+380 e prg. 1+211 (dell'asse "tratto 2")

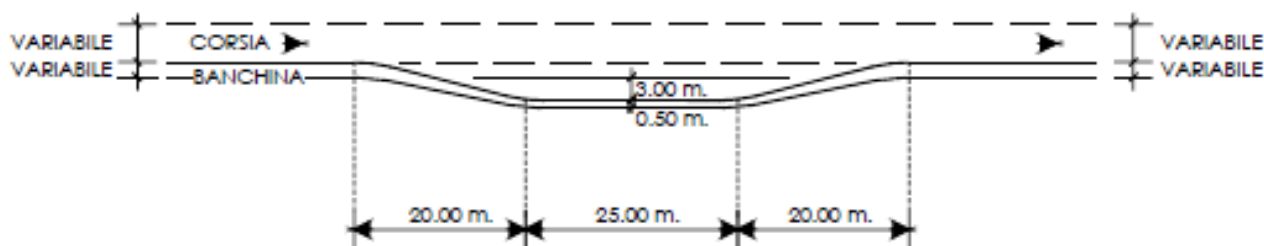


Fig. 14 – Schema piazzole di sosta

2.6 Diagramma delle velocità e di visibilità

2.6.1 Assi principali

Come prescritto dal DM 5/11/01 la correttezza della progettazione comporta la redazione del diagramma di velocità per ogni senso di marcia.

Il diagramma delle velocità, che rappresenta l'andamento delle velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale, è stato redatto tenendo conto delle caratteristiche geometriche del tracciato.

Contestualmente alla redazione dei diagrammi di velocità, è stata condotta la verifica delle visuali libere. Per distanza di visuale libera (nel seguito DVL) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a se senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Nel caso in esame, le DVL considerate sono quelle per l'arresto.

La verifica è stata condotta effettuando una analisi in continuo tenendo conto dell'andamento piano-altimetrico del tracciato.

Il modello tridimensionale adottato ai fini della verifica è un modello assimilabile alla sezione trasversale, comprendente gli elementi marginali (barriere di sicurezza), in modo da ottenere una simulazione reale degli ostacoli alla visibilità presenti.

La velocità di progetto considerata per la sola verifica della visibilità tiene conto dei limiti già presenti in luogo (pari a 50 km/h). Pertanto le verifiche suddette sono state eseguite con una velocità di progetto pari a $V_p=60\text{km/h}$ nel "tratto 1" (confermando l'attuale limite operativo di 50 km/h) e pari a $V_p=70\text{km/h}$ per il "tratto 2" (limite operativo di 60 km/h).

Da questa analisi è emersa la necessità di realizzare ampliamenti di piattaforma per garantire una adeguata distanza di riconoscimento e per consentire la sicura iscrizione dei veicoli in curva; sono stati così previsti allargamenti della carreggiata dell'ordine massimo di 0,76 m nel primo tratto mentre nel secondo tratto variabile da curva a curva, fino ad un massimo di 4,95 m; le risultanze di quanto sopra, riportate nello specifico elaborato, testimoniano la sussistenza delle necessarie condizioni di sicurezza nel rispetto dei criteri esposti.

2.6.2 Intersezioni a raso

Il progetto prevede l'inserimento di 4 intersezioni a raso per la ricucitura della viabilità interferita e per garantire comunque il collegamento della variante con centri abitati,

L'infrastruttura oggetto dell'intervento da classificarsi come una strada tipo C, nell'intersezione con le viabilità provinciali e comunali assimilabile ad una tipo F, registra un livello minimo di intersezione di tipo 3 (intersezioni a raso) secondo quanto riportato nella classificazione tipologica delle intersezioni prevista in Figura 3 del DM 19/04/06.

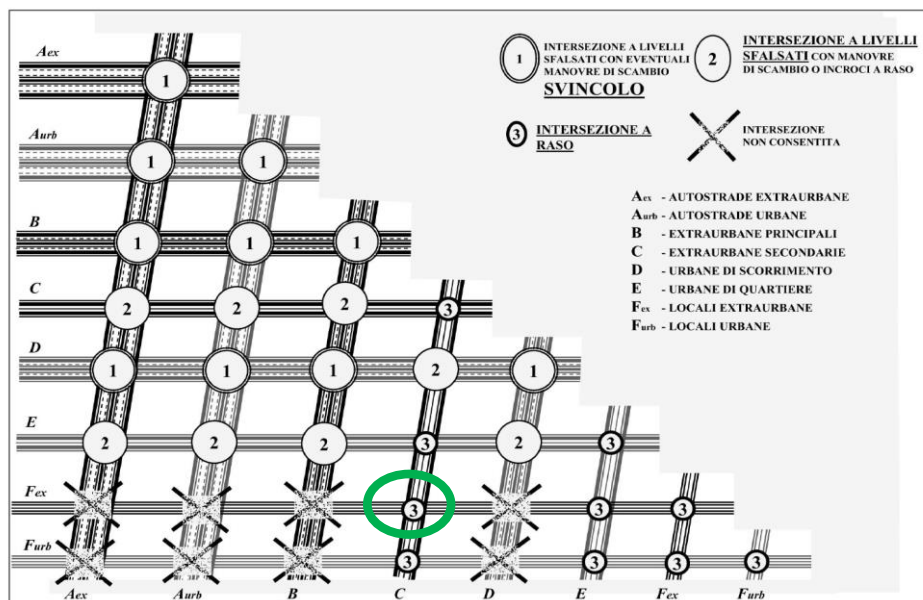


Figura 3 - Organizzazione delle reti stradali e definizione delle intersezioni ammesse (come livelli minimi).

Si riassumono di seguito gli interventi previsti in progetto:

- ✓ Intersezione n. 1 (Km 32+453): Intersezione a raso regolata da Stop per garantire il collegamento con la località Fricciallo.

- ✓ Intersezione n. 2 (Km 33+890); realizzazione di un'intersezione a raso regolata da Stop che dalla sede dell'attuale S.S. 45 si innesta sulla nuova variante per permettere il collegamento con località Santa Brilla in quanto l'attuale innesto verrà eliminato e la viabilità podereale attuale verrà deviata verso questo nuovo innesto.
- ✓ Intersezione n. 3 (Km 34+080); intersezione a raso regolata da Stop per garantire l'immissione di veicoli da un'aria privata alla strada di uso pubblico e viceversa provenienti o diretti on località Costazza. Questa intersezione verrà realizzata collegando un tratto dell'attuale S.S. 45 alla nuova variante nella zona in cui poi è prevista la viabilità attuale per il collegamento con la località sopra citata.
- ✓ Intersezione n. 4 (Km 34+750) intersezione a raso regolata da Stop realizzata sulla sede attuale della S.S. 45 per permettere la riconnessione con la viabilità esistente per località Donderi

In ottemperanza al D.M. 19/04/2006 sono state condotte le verifiche di visibilità per le intersezioni a raso poste e progetto.

Il lato maggiore del triangolo di visibilità viene rappresentato dalla distanza di visibilità principale D , data dall'espressione:

$$D = v * t$$

v → velocità di riferimento (m/s) pari al valore della velocità di progetto caratteristica del tratto considerato , in presenza di limiti impositivi di velocità, dal valore prescritto dalla segnaletica

t → tempo di manovra pari a:

in presenza di manovre regolate da stop: 6 s

Il lato minore del triangolo di visibilità sarà posto di 3 m dalla linea d'arresto per le intersezioni regolate da Stop. Nel triangolo di visibilità non debbono essere presenti ostacoli alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli afferenti al punto di intersezione considerato.

2.6.3 Dimensionamento e verifiche dell'intersezione

Trattandosi tutte di intersezioni a raso regolate da Stop, per garantire il regolare funzionamento si sono adottati i seguenti punti:

- Gerarchizzazione delle manovre in modo da articolare le varie correnti veicolari in principali e secondarie con l'introduzione di segnali di precedenza e Stop per ogni punto di conflitto, evitando di porre in essere situazioni di semplice precedenza a destra senza regolazione segnaletica;

- Per le traiettorie prioritarie si devono mantenere all'interno dell'intera area di intersezione le medesime condizioni di visibilità previste dalla specifica normativa per le arterie stradali confluenti nei nodi, la presenza dell'intersezione non costituisce deroga agli standard usuali in rapporto alla visibilità del tracciato;
- Per le manovre non prioritarie le verifiche vengono sviluppate secondo il criterio dei triangoli di visibilità relativi ai punti di conflitto di intersezione generati dalle correnti veicolari.

Il lato maggiore del triangolo di visibilità viene rappresentato dalla distanza di visibilità principale D , data dall'espressione:

$$D = v \times t$$

dove:

v = velocità di riferimento (m/s), pari al valore della velocità di progetto caratteristica del tratto considerato o, in presenza di limiti impositivi di velocità, dal valore prescritto dalla segnaletica, nel nostro caso $v = 50$ km/h per il primo tratto e $v = 60$ km/h per il secondo tratto.

t = tempo di manovra che, in presenza di manovre regolate da stop è pari a 6 sec.

Pertanto:

$$D = 13,89 \times 6 = 83,34 \text{ m per il primo tratto,}$$

$$D = 16,67 \times 6 = 100,00 \text{ m per il secondo tratto.}$$

Il lato minore del triangolo di visibilità sarà commisurato ad una distanza di 3 m dalla linea di arresto in quanto l'intersezione è regolata da stop. All'interno del triangolo di visibilità non ci sono ostacoli (oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0.8 m) alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli afferenti al punto di intersezione considerato. Sono state apportate lievi modifiche all'andamento dei cigli con allargamento della sezione e conseguente arretramento degli ostacoli (sicurvia) per avere completa visibilità reciproca agli "Stop".

Si rimanda all'elaborato grafico "P00PS00TRADG02" in cui sono riportati i triangoli di visibilità per tutte le intersezioni.

3 Dispositivi di ritenuta

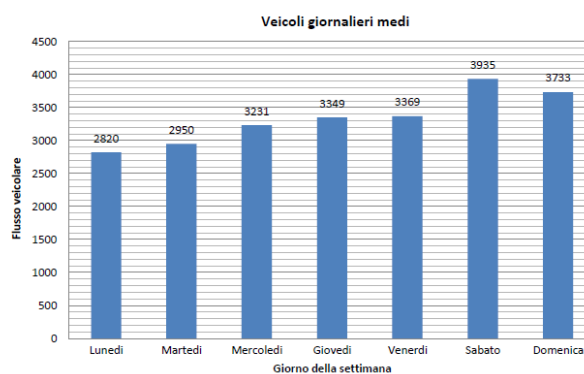
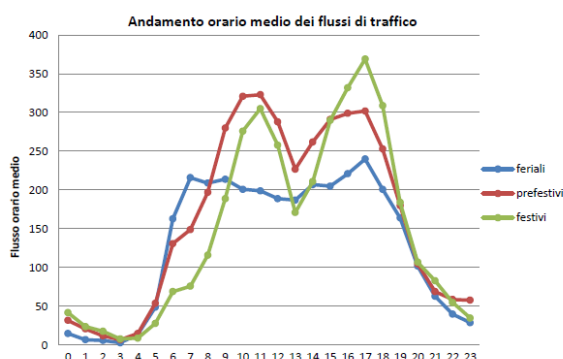
Per quanto concerne la scelta dei dispositivi di ritenuta si è fatto riferimento ai "Rapporti trimestrali del Traffico" (anno 2017) a cura di "ANAS S.p.A. - Direzione centrale Ricerca e Nuove Tecnologie – Sezione Traffico e Sicurezza Stradale" rilevati in corrispondenza della tratta esatta della statale esistente nei pressi del Comune di Torriglia (riportati in fig.15) dai quali si può facilmente dedurre un TGM di circa 3.500 veicoli/giorno con una percentuale di mezzi pesanti del 2% circa.

La tipologia dei dispositivi da adottare è stata individuata secondo quanto previsto dal DM 18 febbraio 1992, n.223 e s.m.i. facendo riferimento all'ultimo aggiornamento del 21 giugno 2004 e, partendo dai criteri di scelta dei dispositivi in esso contenuti, si sono individuate le zone da proteggere e le tipologie da adottare.

Si è altresì tenuto conto delle norme EN 1317 recepite dallo stesso DM 21 giugno 2004, per definire le caratteristiche prestazionali delle barriere.

Tratta n. 448: SS45, Km 26.900, Torriglia(GE)

Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	90,00%	1433	95	97	21	1	1	71	78	78
flusso discendente	90,00%	1497	74	88	31	1	1	72	81	82



Giorno di punta del periodo: **domenica 15 ottobre 2017**
Volume giornaliero di punta: **6046 [veicoli/giorno]**

Ora di punta: **domenica 15 ottobre 2017 ore 18:00-19:00**
Flusso dell'ora di punta: **799 [veicoli/ora]**

Giornate con rilevamenti completi: **81**

Fig. 15 – Dati Traffico - Rapporti trimestrali ANAS

In riferimento a tali dati di traffico si deduce un tipo di traffico "I" del DM 21/06/04 che prevede delle classi minime dei dispositivi quali "N2" per il bordo laterale ed "H2" per bordo ponte; ciò tuttavia a favore di sicurezza, in previsione di un incremento dei volumi di traffico (attualmente irrisori per una statale) e per conformità di classe tra i dispositivi impiegati su rilevato e quelli sulle molteplici opere

d'arte, si è ritenuto opportuno prevedere, in conformità con quanto da prevedersi per una nuova viabilità in gestione ANAS le classi di seguito riportate:

- "H2" bordo laterale tipo ANAS
- "H2" bordo ponte tipo ANAS

Tali dispositivi, per i quali la fornitura sarà esclusa dal presente appalto, saranno dotati di "DSM" Dispositivo Salva Motociclisti; inoltre vanno previsti idonei tratti di transizione per garantire il pieno rispetto della lunghezza operativa dell'elemento come anche l'installazione di reti di protezione antilancio (ove necessario). Si rimanda alla successiva fase progettuale per dettagli e particolari costruttivi di cui il piano di sistemazione su strada di tali elementi strutturali.

4 Pavimentazioni

Per il dimensionamento della sovrastruttura stradale dell'intervento di progetto, data l'assenza di uno spettro di traffico e informazioni di maggior dettaglio in merito al sottofondo si è effettuata una verifica speditiva in riferimento alla procedura della "AASHTO INTERIM GUIDE": nello specifico, si è confrontato lo "Structural Number" agente dai dati di traffico con quello resistente di progetto.

Va premesso che il metodo AASHTO, di tipo empirico-statistico, permette di ricavare, determinata l'affidabilità della soluzione cercata, il numero totale di passaggi di assi singoli equivalenti standard (Equivalent Single Axle Loads – ESALs) che una pavimentazione è in grado di sopportare prima di raggiungere il termine della sua vita utile (vale a dire il momento in cui subisce un decadimento fisico passando ad un livello di funzionalità non più accettabile).

Si è considerato pertanto un "asse equivalente standard" un asse singolo da 18.000 libbre (come riportato nel metodo stesso), ovvero da 82 kN (8,2 t).

Con tale metodologia è stato possibile considerare i seguenti aspetti:

- ✓ grado di affidabilità del procedimento di dimensionamento,
- ✓ decadimento limite ammissibile della pavimentazione,
- ✓ capacità strutturale della pavimentazione,

Tali fattori sono racchiusi nella formula di seguito riportata.

$$\log W_{8.2} = (Z_R \cdot S_0) + [9.36 \cdot (SN + 1)] - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + [2.32 \cdot (\log M_R)] - 8.07$$

Questi fattori permettono di individuare il numero di assi singoli equivalenti standard (W8.2) che una pavimentazione può sopportare prima di raggiungere il termine della sua vita utile.

In merito alle caratteristiche di portanza del sottofondo si ritiene sufficientemente cautelativo, anche in considerazione dei materiali presenti in sito, assumere un valore del CBR pari al 7%, che corrisponde a un Modulo Resiliente del sottofondo pari a circa 10.000 psi.

Sulla base di quanto riportato nei "Rapporti trimestrali Anas" a cura della "Direzione Operation e Coordinamento Territoriale" relativi al IV trimestre 2017 (fig.11), si sono calcolati i flussi di traffico attuali; gli stessi dati poi si sono confrontati con quanto previsto nello studio di traffico redatto dello stesso ordine di grandezza.

Si è ritenuto più cautelativo utilizzare i dati previsionali del suddetto studio che si attestano ad un TGM di circa 3.500 veic/giorno di cui una percentuale di mezzi pesanti del 2%.

Inoltre, come solito nel calcolo della pavimentazione, si è ipotizzato un tasso di incremento dei veicoli commerciali del valore del 2% a favore di sicurezza; stante quanto suddetto il calcolo è stato effettuato ponendo l'obiettivo di una vita utile della pavimentazione di 20 anni, da cui risulta un numero di passaggi di circa 800.000 veicoli equivalenti e di conseguenza un valore SN (research) pari a 3.60 pollici. Per determinare il valore dello SN di progetto si sono valutati i coefficienti di drenaggio e di spessore dei diversi strati di pavimentazione sulla base dei grafici delle norme AASHTO 1993 "Guide for Design of Pavement Structure" rispettivamente per gli strati legati e i materiali sciolti (fig.16-17).

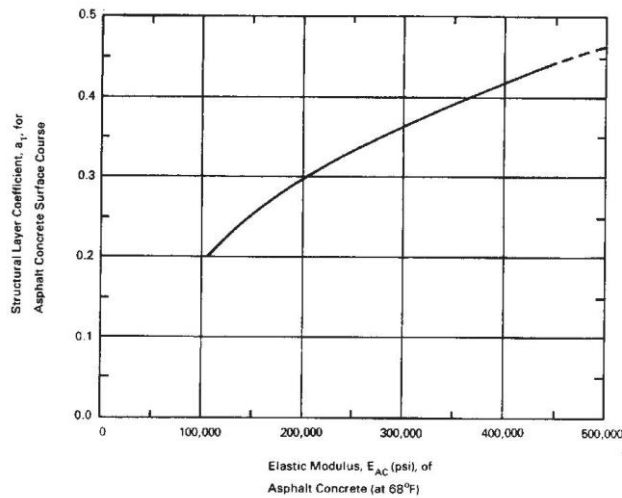


Fig.16 - Coeff. di spessore per Strati legati a bitume

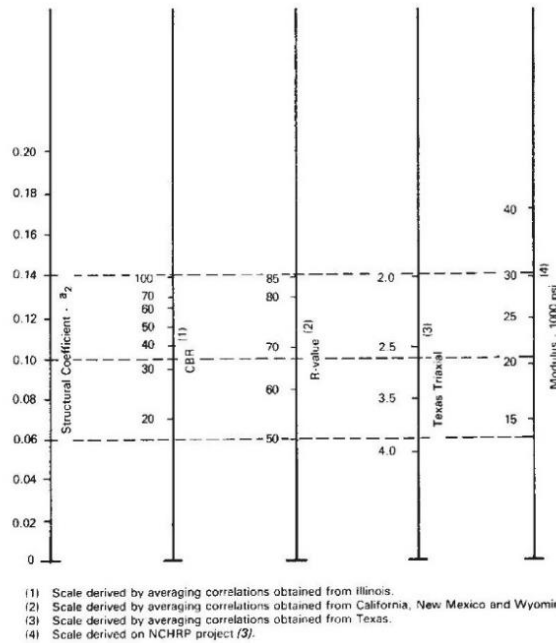


Fig.17 - Coeff. di spessore strati granulari

Considerati i materiali impiegati di utilizzo "convenzionale" si sono facilmente individuati tali coefficienti a favore di sicurezza tenendo conto inoltre del decadimento delle prestazioni nel tempo ed eventuali difetti nella stesa dei diversi strati.

Si riportano nello specifico i coefficienti utilizzati per il calcolo dello SN di progetto, che dalle risultanze di quanto impostato risulta pari a 4.32 pollici, maggiore del valore dello SN agente.

Ciò significa che gli strati di pavimentazione di seguito descritti risultano dimensionati correttamente, con un margine di sicurezza perfettamente consono alle incertezze e variazioni degli scenari di traffico durante la lunga vita utile (di minimo 20 anni) della pavimentazione stessa, come descritto dalla tabella seguente.

DETERMINAZIONE STRUCTURAL NUMBER (SN)						
STRATI	Spessore s_i (mm)	Coefficiente drenaggio	Coefficiente spessore (a_i)	$s_i \cdot d_i \cdot a_i$	CBR	M_R (psi)
Sottofondo					7,00	9809,04
Fondazione	150	1,2	0,11	19,80		
Base cementata	0	1,1	0,15	0,00		
Base bitumata	120	1	0,30	36,00		
Collegamento	50	1	0,33	16,50		
Usura	40	1	0,35	14,00		
				86,30		
SNSG =					0,929232028	
SN = SNSG+0,0394 $\sum s_i \cdot d_i \cdot a_i$ =					4,329452028	

Sulla base di quanto sopra riportato, per l'asse principale si è utilizzata una pavimentazione di tipo flessibile, che presenta uno spessore totale di 36 cm e risulta così composta:

- ✓ 4 cm di usura chiusa "tipo A" (con bitume modificato tipo "hard");
- ✓ 5 cm binder in conglomerato bituminoso (con bitume modificato tipo "hard");
- ✓ 12 cm base in conglomerato bituminoso modificato;
- ✓ 15 cm fondazione in misto granulare stabilizzato.

Resta inteso che tra gli strati legati a bitume sarà interposta una mano di attacco impermeabilizzante, mentre per quanto riguardano i tratti su opera d'arte la pavimentazione sarà composta dai soli strati di usura e binder, poggiati direttamente sulla soletta mediante interposizione di uno strato di impermeabilizzazione.

Si sottolinea che, stante l'assenza di indagini sulla sovrastruttura esistente, si è ritenuto opportuno rimandare alla successiva fase progettuale la valutazione di un possibile reimpiego del materiale fresato dal sedime esistente, previa effettuazione di analisi specifiche riguardo le

caratteristiche degli inerti. Difatti, al fine di riutilizzare materiale già presente in sito, con ovvi vantaggi ambientali ed economici quale abbattimento dei costi di approvvigionamento e trasporto a discarica, tale materiale potrebbe essere impiegato per la realizzazione degli strati di conglomerato quali binder e base (in opportuna percentuale in peso degli inerti), prevedendo la tecnica del riciclo a freddo con bitume schiumato o emulsione bituminosa. Nella successiva fase di progettazione saranno da prevedersi specifiche indagini sul pacchetto stradale esistente, per quantificare e caratterizzare il fresato e studiare il mix design corretto.

5 ALLEGATO 1 TABULATI TRATTO 1

6 ALLEGATO 2 TABULATI TRATTO 2

verifiche2

Dati generali sul tracciato stralcio

Progressiva Iniziale (m): -25.9918 Lunghezza (m) : 199.9402
 Progressiva Finale (m): 173.9484
 Strada Tipo : C1 Strada extraurbana secondaria
 Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 60 <= Vp <= 100

Clotoide di Flesso in uscita 1 ProgI -25.9918 - ProgF 22.3615

Coordinate vertice X:	515437.3524	Coordinate I punto Tg X:	515422.3204
Coordinate vertice Y:	4928485.5299	Coordinate I punto Tg Y:	4928491.5220
Coordinate II punto Tg X:	515464.3071	Coordinate II punto Tg Y:	4928467.7212
Raggio :	118.2000	Angolo :	0
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	32.3065
Parametro A :	75.6000	Tangente corta :	16.1823
Scostamento :	0.8230	Sviluppo :	48.3533
Pti (%) :	-7.0	Ptf (%) :	0.0
Vp (Km/h) = 67.9			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 83.400 No	A1/A2 = 1.000	A1/A2 >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 55.900 OK	A1/A2 = 1.000	A1/A2 <= 3/2 = 1.500 OK
A >= R/3	= 39.400 OK		
A <= R	= 118.200 OK		

Clotoide di Flesso in entrata 2 ProgI 22.3615 - ProgF 70.7148

Coordinate vertice X:	515491.2617	Coordinate I punto Tg X:	515464.3071
Coordinate vertice Y:	4928449.9124	Coordinate I punto Tg Y:	4928467.7212
Coordinate II punto Tg X:	515506.2937	Coordinate II punto Tg Y:	4928443.9204
Raggio :	118.2000	Angolo :	12
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	32.3065
Parametro A :	75.6000	Tangente corta :	16.1823
Scostamento :	0.8230	Sviluppo :	48.3533
Pti (%) :	0.0	Ptf (%) :	7.0
Vp (Km/h) = 74.9			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 104.200 No	A1/A2 = 1.000	A1/A2 >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 58.700 OK	A1/A2 = 1.000	A1/A2 <= 3/2 = 1.500 OK
A >= R/3	= 39.400 OK	A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	= 118.200 OK	A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco 3 Sinistra ProgI 70.7148 - ProgF 79.4834

Coordinate vertice X:	515510.3683	Coordinate I punto Tg X:	515506.2937
Coordinate vertice Y:	4928442.2962	Coordinate I punto Tg Y:	4928443.9204
Coordinate centro curva X:	515550.0614	Coordinate II punto Tg X:	515514.5520
Coordinate centro curva Y:	4928553.7185	Coordinate II punto Tg Y:	4928440.9784
Raggio :	118.2000	Angolo al vertice :	4
Tangente :	4.3863	Sviluppo :	8.7686
Saetta :	0.0813	Corda :	8.7666
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 76.1			
R >= Rmin = 118.110 OK	R = 118.200	R >= Rminp = 66.380 OK	
Sv >= Smin = 52.840 No		R <= Rmaxp = 204.600 OK	
Pt >= Ptmin = 7.000 OK			

Clotoide in uscita 4 ProgI 79.4834 - ProgF 127.8367

Coordinate vertice X:	515529.9868	Coordinate I punto Tg X:	515514.5520
Coordinate vertice Y:	4928436.1170	Coordinate I punto Tg Y:	4928440.9784
Coordinate II punto Tg X:	515562.1299	Coordinate II punto Tg Y:	4928432.8728
Raggio :	118.2000	Angolo :	0
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	32.3065
Parametro A :	75.6000	Tangente corta :	16.1823
Scostamento :	0.8230	Sviluppo :	48.3533
Pti (%) :	7.0	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 82.4			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 124.500 No	Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 71.700 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK
A >= R/3	= 39.400 OK		
A <= R	= 118.200 OK		

verifiche

Dati generali sul tracciato TRACCIATO NEW
Progressiva Iniziale (m): 0.0000 Lunghezza (m) : 1728.9166
Progressiva Finale (m): 1728.9166
Strada Tipo : C1 Strada extraurbana secondaria
Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 60 <= Vp <= 100

Arco 1 Sinistra ProgI 0.0000 - ProgF 50.2730

Coordinate vertice X:	516104.6177	Coordinate I punto Tg X:	516083.5377
Coordinate vertice Y:	4928503.3414	Coordinate I punto Tg Y:	4928517.5297
Coordinate centro curva X:	516161.7098	Coordinate II punto Tg X:	516129.3393
Coordinate centro curva Y:	4928633.6723	Coordinate II punto Tg Y:	4928497.4661
Raggio :	139.9999	Angolo al vertice :	21
Tangente :	25.4101	Sviluppo :	50.2730
Saetta :	2.2505	Corda :	50.0034
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 64.2			
R >= Rmin =	118.110 OK	R >= Rmin =	104.000 OK
Sv >= Smin =	44.570 OK	R <= Rmax =	330.000 OK
Pt >= Pmin =	7.000 OK		
	R = 140.000		

Clotoide di Flesso in uscita 2 ProgI 50.2730 - ProgF 109.2168

Coordinate vertice X:	516148.5359	Coordinate I punto Tg X:	516129.3393
Coordinate vertice Y:	4928492.9039	Coordinate I punto Tg Y:	4928497.4661
		Coordinate II punto Tg X:	516187.9131
		Coordinate II punto Tg Y:	4928492.0053
Raggio :	139.9999	Angolo :	0
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	39.3874
Parametro A :	90.8412	Tangente corta :	19.7312
Scostamento :	1.0324	Sviluppo :	58.9437
Pti (%) :	7.0	Ptf (%) :	0.0
Vp (Km/h) = 70.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 87.300 OK	A1/A2 = 1.000	A1/A2 >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 61.700 OK	A1/A2 = 1.000	A1/A2 <= 3/2 = 1.500 OK
A >= R/3	= 46.700 OK		
A <= R	= 140.000 OK		

Clotoide di Flesso in entrata 3 ProgI 109.2168 - ProgF 160.7925

Coordinate vertice X:	516222.3348	Coordinate I punto Tg X:	516187.9131
Coordinate vertice Y:	4928491.2198	Coordinate I punto Tg Y:	4928492.0053
		Coordinate II punto Tg X:	516239.2785
		Coordinate II punto Tg Y:	4928488.0667
Raggio :	160.0001	Angolo :	9
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	34.4307
Parametro A :	90.8412	Tangente corta :	17.2346
Scostamento :	0.6921	Sviluppo :	51.5757
Pti (%) :	0.0	Ptf (%) :	-7.0
Vp (Km/h) = 70.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 85.100 OK	A1/A2 = 1.000	A1/A2 >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 66.000 OK	A1/A2 = 1.000	A1/A2 <= 3/2 = 1.500 OK
A >= R/3	= 53.300 OK	A/Au = 0.910	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	= 160.000 OK	A/Au = 0.910	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco 4 Destra ProgI 160.7925 - ProgF 210.4684

Coordinate vertice X:	516263.8953	Coordinate I punto Tg X:	516239.2785
Coordinate vertice Y:	4928483.4857	Coordinate I punto Tg Y:	4928488.0667
Coordinate centro curva X:	516210.0059	Coordinate II punto Tg X:	516285.9356
Coordinate centro curva Y:	4928330.7672	Coordinate II punto Tg Y:	4928471.6030
Raggio :	160.0001	Angolo al vertice :	18
Tangente :	25.0394	Sviluppo :	49.6759
Saetta :	1.9240	Corda :	49.4766
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 67.6			
R >= Rmin =	118.110 OK	R >= Rmin =	86.000 OK
Sv >= Smin =	46.940 OK	R <= Rmax =	270.000 OK
Pt >= Pmin =	7.000 OK	R >= Rmin =	69.800 OK
	R = 160.000	R <= Rmax =	216.000 OK

verifiche

Clotoide di Flesso in uscita 5		ProgI 210.4684 - ProgF 272.4673			
Coordinate vertice	X:	516304.1918	Coordinate I punto Tg X: 516285.9356 Coordinate I punto Tg Y: 4928471.6030		
Coordinate vertice	Y:	4928461.7604	Coordinate II punto Tg X: 516336.1794 Coordinate II punto Tg Y: 4928435.4559		
Raggio	:	160.0001	Angolo	:	0
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	41.4142
Parametro A	:	99.5983	Tangente corta	:	20.7405
Scostamento	:	0.9997	Sviluppo	:	61.9989
Pti (%)	:	-7.0	Ptf (%)	:	0.0
Vp (Km/h) = 70.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	85.100 OK	A1/A2 = 1.000	A1/A2 >= 2/3	= 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	66.000 OK	A1/A2 = 1.000	A1/A2 <= 3/2	= 1.500 OK
A >= R/3	=	53.300 OK	Ae/A = 0.910	Ae/A >= 2/3	= 0.670 OK
A <= R	=	160.000 OK	Ae/A = 0.910	Ae/A <= 3/2	= 1.500 OK

Clotoide di Flesso in entrata 6		ProgI 272.4673 - ProgF 353.7774			
Coordinate vertice	X:	516378.2940	Coordinate I punto Tg X: 516336.1794 Coordinate I punto Tg Y: 4928435.4559		
Coordinate vertice	Y:	4928400.8238	Coordinate II punto Tg X: 516403.9795 Coordinate II punto Tg Y: 4928391.3029		
Raggio	:	122.0000	Angolo	:	19
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	54.5254
Parametro A	:	99.5983	Tangente corta	:	27.3933
Scostamento	:	2.2490	Sviluppo	:	81.3100
Pti (%)	:	0.0	Ptf (%)	:	7.0
Vp (Km/h) = 70.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	89.200 OK	A1/A2 = 1.000	A1/A2 >= 2/3	= 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	57.600 OK	A1/A2 = 1.000	A1/A2 <= 3/2	= 1.500 OK
A >= R/3	=	40.700 OK	A/Au = 0.840	A/Au >= 2/3	= 0.670 OK
A <= R	=	122.000 OK	A/Au = 0.840	A/Au <= 3/2	= 1.500 OK

Arco 7 Sinistra		ProgI 353.7774 - ProgF 567.5588			
Coordinate vertice	X:	516541.2790	Coordinate I punto Tg X: 516403.9795 Coordinate I punto Tg Y: 4928391.3029		
Coordinate vertice	Y:	4928340.4095	Coordinate II punto Tg X: 516566.5515 Coordinate II punto Tg Y: 4928484.6405		
Coordinate centro curva	X:	516446.3823	Coordinate II punto Tg X: 516566.5515 Coordinate II punto Tg Y: 4928484.6405		
Coordinate centro curva	Y:	4928505.6969			
Raggio	:	122.0000	Angolo al vertice	:	100
Tangente	:	146.4284	Sviluppo	:	213.7814
Saetta	:	43.9064	Corda	:	187.4609
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 60.8					
R >= Rmin	=	118.110 OK	R = 122.000	R >= Rminp	= 104.000 OK
Sv >= Smin	=	42.210 OK	R = 122.000	R <= Rmaxp	= 330.000 OK
Pt >= Pmin	=	7.000 OK	R = 122.000	R >= Rmins	= 66.380 OK
			R = 122.000	R <= Rmaxs	= 204.600 OK

Clotoide di Flesso in uscita 8		ProgI 567.5588 - ProgF 683.1976			
Coordinate vertice	X:	516573.3500	Coordinate I punto Tg X: 516566.5515 Coordinate I punto Tg Y: 4928484.6405		
Coordinate vertice	Y:	4928523.4397	Coordinate II punto Tg X: 516550.2588 Coordinate II punto Tg Y: 4928597.9638		
Raggio	:	122.0000	Angolo	:	0
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	78.0195
Parametro A	:	118.7768	Tangente corta	:	39.3903
Scostamento	:	4.5306	Sviluppo	:	115.6388
Pti (%)	:	7.0	Ptf (%)	:	0.0
Vp (Km/h) = 70.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	89.200 OK	A1/A2 = 1.100	A1/A2 >= 2/3	= 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	57.600 OK	A1/A2 = 1.100	A1/A2 <= 3/2	= 1.500 OK
A >= R/3	=	40.700 OK	Ae/A = 0.840	Ae/A >= 2/3	= 0.670 OK
A <= R	=	122.000 OK	Ae/A = 0.840	Ae/A <= 3/2	= 1.500 OK

verifiche

Clotoide di Flesso in entrata 9				ProgI 683.1976 - ProgF 781.8392				
Coordinate vertice	X:	516530.6152	Coordinate I punto Tg	X:	516550.2588	Coordinate I punto Tg	Y:	4928597.9638
Coordinate vertice	Y:	4928661.3613	Coordinate II punto Tg	X:	516534.5116	Coordinate II punto Tg	Y:	4928694.5692
Raggio	:	118.2000	Angolo	:	24			
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	66.3710			
Parametro A	:	107.9789	Tangente corta	:	33.4357			
Scostamento	:	3.4087	Sviluppo	:	98.6417			
Pti (%)	:	0.0	Ptf (%)	:	-7.0			
Vp (Km/h) = 70.0								
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	89.500 OK	A1/A2	=	1.100	A1/A2 >= 2/3	=	0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	56.700 OK	A1/A2	=	1.100	A1/A2 <= 3/2	=	1.500 OK
A >= R/3	=	39.400 OK	A/Au	=	1.150	A/Au >= 2/3	=	0.670 OK
A <= R	=	118.200 OK	A/Au	=	1.150	A/Au <= 3/2	=	1.500 OK

Arco 10 Destra				ProgI 781.8392 - ProgF 870.0437				
Coordinate vertice	X:	516539.9035	Coordinate I punto Tg	X:	516534.5116	Coordinate I punto Tg	Y:	4928694.5692
Coordinate vertice	Y:	4928740.5236	Coordinate II punto Tg	X:	516575.0599	Coordinate II punto Tg	Y:	4928770.6052
Coordinate centro curva	X:	516651.9063	Coordinate II punto Tg	X:	516575.0599	Coordinate II punto Tg	Y:	4928770.6052
Coordinate centro curva	Y:	4928680.7950						
Raggio	:	118.2000	Angolo al vertice	:	43			
Tangente	:	46.2696	Sviluppo	:	88.2045			
Saetta	:	8.1326	Corda	:	86.1721			
Pt (%)	:	7.0						
Vp (Km/h) = 60.0								
R >= Rmin	=	118.110 OK	R	=	118.200	R >= Rminp	=	69.800 OK
Sv >= Smin	=	41.670 OK	R	=	118.200	R <= Rmaxp	=	216.000 OK
Pt >= Ptmin	=	7.000 OK						

Clotoide in uscita 11				ProgI 870.0437 - ProgF 944.7542				
Coordinate vertice	X:	516594.1638	Coordinate I punto Tg	X:	516575.0599	Coordinate I punto Tg	Y:	4928770.6052
Coordinate vertice	Y:	4928786.9515	Coordinate II punto Tg	X:	516640.4410	Coordinate II punto Tg	Y:	4928806.0678
Raggio	:	118.2000	Angolo	:	0			
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	50.0701			
Parametro A	:	93.9722	Tangente corta	:	25.1428			
Scostamento	:	1.9606	Sviluppo	:	74.7105			
Pti (%)	:	7.0	Ptf (%)	:	-2.5			
Vp (Km/h) = 70.0								
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	85.100 OK	Ae/A	=	1.150	Ae/A >= 2/3	=	0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	66.100 OK	Ae/A	=	1.150	Ae/A <= 3/2	=	1.500 OK
A >= R/3	=	39.400 OK						
A <= R	=	118.200 OK						

Rettifilo 12				ProgI 944.7542 - ProgF 1016.0897				
Coordinate P.to Iniziale	X:	516640.4410	Coordinate P.to Finale	X:	516706.3728	Coordinate P.to Iniziale	Y:	4928833.3031
Coordinate P.to Iniziale	Y:	4928806.0678	Coordinate P.to Finale	Y:	4928833.3031			
Lunghezza	:	71.3355	Azimut	:	22			
Vp (Km/h) = 70.0								
L >= Lmin	=	65.0000 OK	Rprec	=	118.2000	Rprec > Rmin	=	71.3400 OK
L <= Lmax	=	1540.0000 OK	Rsucc	=	173.0000	Rsucc > Rmin	=	71.3400 OK

Clotoide in entrata 13				ProgI 1016.0897 - ProgF 1073.9090				
Coordinate vertice	X:	516742.0513	Coordinate I punto Tg	X:	516706.3728	Coordinate I punto Tg	Y:	4928833.3031
Coordinate vertice	Y:	4928848.0412	Coordinate II punto Tg	X:	516760.8904	Coordinate II punto Tg	Y:	4928852.3456
Raggio	:	173.0000	Angolo	:	10			
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	38.6028			
Parametro A	:	100.0137	Tangente corta	:	19.3245			
Scostamento	:	0.8044	Sviluppo	:	57.8193			
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 70.0								
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	76.500 OK	A/Au	=	1.160	A/Au >= 2/3	=	0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	79.900 OK	A/Au	=	1.160	A/Au <= 3/2	=	1.500 OK
A >= R/3	=	57.700 OK						
A <= R	=	173.000 OK						

verifiche

Arco 14 Destra ProgI 1073.9090 - ProgF 1168.2354			
Coordinate vertice X:	516808.0427	Coordinate I punto Tg X:	516760.8904
Coordinate vertice Y:	4928863.1190	Coordinate I punto Tg Y:	4928852.3456
Coordinate centro curva X:	516799.4245	Coordinate II punto Tg X:	516853.9454
Coordinate centro curva Y:	4928683.6917	Coordinate II punto Tg Y:	4928847.8760
Raggio :	173.0000	Angolo al vertice :	31
Tangente :	48.3674	Sviluppo :	94.3264
Saetta :	6.3891	Corda :	93.1623
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 69.6			
R >= Rmin =	118.110 OK	R	= 173.000
Sv >= Smin =	48.350 OK	R >= Rminp =	66.380 OK
Pt >= Ptmín =	7.000 OK	R <= Rmaxs =	204.600 OK

Clotoide di Flesso in uscita 15 ProgI 1168.2354 - ProgF 1211.0495			
Coordinate vertice X:	516867.5093	Coordinate I punto Tg X:	516853.9454
Coordinate vertice Y:	4928843.3718	Coordinate I punto Tg Y:	4928847.8760
		Coordinate II punto Tg X:	516893.3009
		Coordinate II punto Tg Y:	4928831.0922
Raggio :	173.0000	Angolo :	0
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	28.5657
Parametro A :	86.0630	Tangente corta :	14.2922
Scostamento :	0.4412	Sviluppo :	42.8141
Pti (%) :	-7.0	Ptf (%) :	0.0
Vp (Km/h) = 70.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 83.700 OK	Al/A2 =	0.950
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 68.600 OK	Al/A2 >=	2/3 = 0.670 OK
A >= R/3	= 57.700 OK	Al/A2 <=	3/2 = 1.500 OK
A <= R	= 173.000 OK	Ae/A =	1.160
		Ae/A >=	2/3 = 0.670 OK
		Ae/A <=	3/2 = 1.500 OK

Clotoide di Flesso in entrata 16 ProgI 1211.0495 - ProgF 1280.1362			
Coordinate vertice X:	516935.0735	Coordinate I punto Tg X:	516893.3009
Coordinate vertice Y:	4928811.2038	Coordinate I punto Tg Y:	4928831.0922
		Coordinate II punto Tg X:	516958.0233
		Coordinate II punto Tg Y:	4928807.6857
Raggio :	118.2000	Angolo :	17
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	46.2655
Parametro A :	90.3662	Tangente corta :	23.2179
Scostamento :	1.6774	Sviluppo :	69.0867
Pti (%) :	0.0	Ptf (%) :	7.0
Vp (Km/h) = 70.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 89.500 OK	Al/A2 =	0.950
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 56.700 OK	Al/A2 >=	2/3 = 0.670 OK
A >= R/3	= 39.400 OK	Al/A2 <=	3/2 = 1.500 OK
A <= R	= 118.200 OK	A/Au =	1.010
		A/Au >=	2/3 = 0.670 OK
		A/Au <=	3/2 = 1.500 OK

Arco 17 Sinistra ProgI 1280.1362 - ProgF 1403.6493			
Coordinate vertice X:	517025.3032	Coordinate I punto Tg X:	516958.0233
Coordinate vertice Y:	4928797.3721	Coordinate I punto Tg Y:	4928807.6857
Coordinate centro curva X:	516975.9334	Coordinate II punto Tg X:	517067.9942
Coordinate centro curva Y:	4928924.5209	Coordinate II punto Tg Y:	4928850.3857
Raggio :	118.2000	Angolo al vertice :	60
Tangente :	68.0658	Sviluppo :	123.5131
Saetta :	15.7695	Corda :	117.9699
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 60.0			
R >= Rmin =	118.110 OK	R	= 118.200
Sv >= Smin =	41.670 OK	R >= Rminp =	115.700 OK
Pt >= Ptmín =	7.000 OK	R <= Rmaxp =	369.000 OK
		R >= Rmins =	113.000 OK
		R <= Rmaxs =	360.000 OK

verifiche

Clotoide di Flesso in uscita 18				ProgI 1403.6493 - ProgF 1471.4111				
Coordinate vertice	X:	517082.2728	Coordinate I punto Tg	X:	517067.9942	Coordinate I punto Tg	Y:	4928850.3857
Coordinate vertice	Y:	4928868.1167	Coordinate II punto Tg	X:	517099.5773	Coordinate II punto Tg	Y:	4928910.0575
Raggio	:	118.2000	Angolo	:	0			
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	45.3705			
Parametro A	:	89.4955	Tangente corta	:	22.7655			
Scostamento	:	1.6139	Sviluppo	:	67.7617			
Pti (%)	:	7.0	Ptf (%)	:	0.0			
Vp (Km/h) = 70.0								
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	89.500 OK	A1/A2	=	1.000	A1/A2 >= 2/3	=	0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	56.700 OK	A1/A2	=	1.000	A1/A2 <= 3/2	=	1.500 OK
A >= R/3	=	39.400 OK	Ae/A	=	1.010	Ae/A >= 2/3	=	0.670 OK
A <= R	=	118.200 OK	Ae/A	=	1.010	Ae/A <= 3/2	=	1.500 OK

Clotoide di Flesso in entrata 19				ProgI 1471.4111 - ProgF 1518.5254				
Coordinate vertice	X:	517111.5691	Coordinate I punto Tg	X:	517099.5773	Coordinate I punto Tg	Y:	4928910.0575
Coordinate vertice	Y:	4928939.1220	Coordinate II punto Tg	X:	517119.5214	Coordinate II punto Tg	Y:	4928952.6980
Raggio	:	170.0000	Angolo	:	8			
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	31.4412			
Parametro A	:	89.4955	Tangente corta	:	15.7336			
Scostamento	:	0.5437	Sviluppo	:	47.1143			
Pti (%)	:	0.0	Ptf (%)	:	-7.0			
Vp (Km/h) = 70.0								
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	84.000 OK	A1/A2	=	1.000	A1/A2 >= 2/3	=	0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	68.000 OK	A1/A2	=	1.000	A1/A2 <= 3/2	=	1.500 OK
A >= R/3	=	56.700 OK	A/Au	=	0.700	A/Au >= 2/3	=	0.670 OK
A <= R	=	170.000 OK	A/Au	=	0.700	A/Au <= 3/2	=	1.500 OK

Arco 20 Destra				ProgI 1518.5254 - ProgF 1632.0041				
Coordinate vertice	X:	517149.3141	Coordinate I punto Tg	X:	517119.5214	Coordinate I punto Tg	Y:	4928952.6980
Coordinate vertice	Y:	4929003.5591	Coordinate II punto Tg	X:	517204.1972	Coordinate II punto Tg	Y:	4929025.0604
Coordinate centro curva	X:	517266.2083	Coordinate II punto Tg	X:	517204.1972	Coordinate II punto Tg	Y:	4929025.0604
Coordinate centro curva	Y:	4928866.7739						
Raggio	:	170.0000	Angolo al vertice	:	38			
Tangente	:	58.9445	Sviluppo	:	113.4787			
Saetta	:	9.3811	Corda	:	111.3836			
Pt (%)	:	7.0						
Vp (Km/h) = 69.2								
R >= Rmin	=	118.110 OK	R	=	170.000	R >= Rminp	=	66.380 OK
Sv >= Smin	=	48.030 OK				R <= Rmaxp	=	204.600 OK
Pt >= Pmin	=	7.000 OK						

Clotoide in uscita 21				ProgI 1632.0041 - ProgF 1728.9166				
Coordinate vertice	X:	517234.5102	Coordinate I punto Tg	X:	517204.1972	Coordinate I punto Tg	Y:	4929025.0604
Coordinate vertice	Y:	4929036.9360	Coordinate II punto Tg	X:	517299.1425	Coordinate II punto Tg	Y:	4929042.6612
Raggio	:	170.0000	Angolo	:	0			
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	64.8854			
Parametro A	:	128.3554	Tangente corta	:	32.5562			
Scostamento	:	2.2953	Sviluppo	:	96.9124			
Pti (%)	:	7.0	Ptf (%)	:	-2.5			
Vp (Km/h) = 70.0								
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	77.000 OK	Ae/A	=	0.700	Ae/A >= 2/3	=	0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	79.200 OK	Ae/A	=	0.700	Ae/A <= 3/2	=	1.500 OK
A >= R/3	=	56.700 OK						
A <= R	=	170.000 OK						