



S.S. 502 – S.S. 78 Belforte del Chienti – Sarnano  
Lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione  
stradale in t.s. e potenziamento intersezioni - 2° stralcio.  
Cod. SIL ACNOAN00114 Cod. CUP F71B22001170001 CIG 95039446B1

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relazione tecnica stradale**

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO DELLA INFRASTRUTTURA.....</b>	<b>7</b>
	3.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO .....	7
	3.2 CLASSIFICAZIONE E CARATTERISTICHE FUNZIONALI .....	7
	3.2.1 Intersezioni a raso .....	8
	3.3 SEZIONE TIPOLOGICA E DETTAGLI .....	9
	3.3.1 Sezione tipo in rilevato .....	9
	3.3.1 Sezione tipo in trincea .....	10
	3.3.1 Sezione tipo in galleria .....	11
	3.3.2 Sezione tipo in viadotto .....	11
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE PROGETTUALI.....</b>	<b>12</b>
	4.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO.....	12
	4.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO .....	13
<b>5</b>	<b>VERIFICHE DEL TRACCIATO.....</b>	<b>16</b>
	5.1 VERIFICA PLANIMETRICA .....	16
	5.1.1 Controllo normativa planimetrica AP.01 .....	17
	5.1.2 Controllo normativa planimetrica AP.02 .....	18
	5.2 VERIFICHE ALTIMETRICHE.....	19
	5.2.1 Controllo normativa altimetrica AP.01 .....	19
	5.2.2 Controllo normativa altimetrica AP.02.....	20
	5.3 VERIFICA DI VISIBILITA' ASSE PRINCIPALE .....	20
	5.3.1 Verifica distanza di visibilità per l'arresto.....	20
	5.3.1 Verifica distanza di visibilità per il sorpasso .....	21
<b>6</b>	<b>ROTATORIA .....</b>	<b>22</b>
	6.1 ROTATORIA SV.01 .....	22
	6.1 ROTATORIA SV.02 .....	23
<b>7</b>	<b>VIABILITA' SECONDARIE.....</b>	<b>25</b>
	7.1 VS.01.....	25
	7.2 VS.02.....	27
	7.3 VS.03.....	29
	7.4 VS.04.....	31
	7.5 VS.05.....	33
	7.6 VS.06.....	34
<b>8</b>	<b>SOVRASTRUTTURA STRADALE.....</b>	<b>36</b>
	8.1 DATI DI BASE.....	37
	8.1.1 Obbiettivo .....	37
	8.1.2 Traffico commerciale previsto .....	38

8.2	DESCRIZIONE DEL METODO "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES" .....	39
8.3	NUMERO DI ASSI STANDARD SOPPORTABILE DALLA PAVIMENTAZIONE .....	40
8.4	NUMERO DI ASSI EQUIVALENTI PREVISTI NELL'ARCO DELLA VITA UTILE DELLA PAVIMENTAZIONE .....	43
8.4.1	Traffico commerciale in assi standard.....	43
8.5	VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE .....	47
<b>9</b>	<b>DISPOSITIVI DI RITENUTA .....</b>	<b>48</b>
9.1	PRESCRIZIONI NORMATIVE .....	48
9.2	DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI TRAFFICO E DELLE CLASSI MINIME DELLE BARRIERE DA IMPIEGARE .....	49
9.3	BARRIERE LONGITUDINALI PREVISTE IN PROGETTO.....	50
9.3.1	Tipologia e classe.....	50
9.3.2	Sviluppo delle barriere di sicurezza.....	51
9.4	ELEMENTI DI PROTEZIONE COMPLEMENTARE .....	53
<b>10</b>	<b>SEGNALETICA .....</b>	<b>54</b>

## 1 PREMESSA

Nell'ambito dell'intervento esteso di adeguamento tecnico e funzionale della sezione stradale e potenziamento delle intersezioni lungo la S.S. n. 502 "Cingoli" – S.S.N. 78 "Picena" – Belforte del Chienti – Sarnano (Lotto 1), la presente relazione descrive gli aspetti generali e la rappresentazione analitica del progetto di adeguamento funzionale del secondo stralcio.

I lavori ricompresi nel secondo stralcio fanno parte del quadro delle iniziative inquadrate nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) integrato dal Piano Nazionale Complementare (PNC) e dai fondi MIMS CdP ANAS. Nel seguito della relazione sono descritti dettagliatamente gli interventi ricompresi nel lotto in argomento (Lotto 1 - Belforte-Sarnano), nonché i criteri progettuali adottati per la loro definizione.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi relativamente agli aspetti geometrico-funzionali per tutte le infrastrutture in progetto risultano di seguito elencati:

- D.Lgs. 30-04-92, 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 05-11-01, n. 6792 e s.m.i.: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” con cogenza limitatamente alle opere di nuova realizzazione e di riferimento per le opere in adeguamento;
- DM 19-04-2006: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”

Relativamente al progetto delle barriere di sicurezza e di tutti i dispositivi di ritenuta stradale, la progettazione ha fatto riferimento alle seguenti norme:

- D.Lgs. 30-04-92, n. 285 e s.m.i.: “Nuovo Codice della Strada”;
- D.M. 18.02.1992 n. 223 – Recante le Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale;
- D.M. 3.06.1998 Recante le Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale (con esclusione delle istruzioni tecniche sostituite dalle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004 n. 2367);
- D.M. 21.06.2004 n. 2367 Recante le Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- D.M. 28.06.2011: Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale;
- EN 1317-1: 1998 Road restraint systems - Part 1: Terminology and general criteria for test methods [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-1:2000];
- EN 1317-2:1998 Road restraint systems - Part 2: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers + EN 1317-2/A1:2006 [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-2:2007];
- EN 1317-3:2000 Road restraint systems - Part 3: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for crash cushions [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-3:2002];
- ENV 1317-4:2001 Road restraint systems - Part 4: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for terminals and transitions of safety barriers [pubblicata in Italia come UNI ENV 1317-4:2003];
- EN 1317-5:2007 Road restraint systems - Part 5: Product requirements and evaluation of conformity for vehicle restraint systems [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-5:2007] + EN 1317-5/A1:2008;
- EN 12767:2007 Passive safety of support structures for road equipment - Requirements, classification and test methods [pubblicata in Italia come UNI EN 12767:2008];
- D.M. 5.11.2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e s.m.i. (cogente per le strade nuove e di riferimento per l'adeguamento delle strade esistenti);
- D.M. 19.4.2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali (cogente per le intersezioni nuove e di riferimento per l'adeguamento delle intersezioni esistenti).
- D.M. 1.04.2019 – Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM).

Sono state applicate, inoltre, le indicazioni contenute nelle seguenti circolari, manuali e specifiche di progettazione, per quanto attinente ai dispositivi di ritenuta:

- Circolare 25.08.2004 n. 3065 - Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali (per quanto ancora applicabile);
- Circolare 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 (per quanto ancora applicabile);
- Circolare 21.7.2010 n. 62032 - Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- Circolare 05.10.2010 n. 0080173 - Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale.

Il progetto della segnaletica è stato sviluppato tenendo conto delle seguenti normative:

- D. L.vo 30/04/1992 n. 285: “Nuovo codice della strada”;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada”;
- Direttiva Ministero LL.PP. 24.10.2000 (Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l’installazione e la manutenzione).

### 3 INQUADRAMENTO DELLA INFRASTRUTTURA

L'intervento previsto nel presente Progetto Definitivo è finalizzato a potenziare funzionalmente la S.S. n. 502 "Cingoli" – S.S.N. 78 "Picena" – Belforte del Chienti – Sarnano esistente, mediante modifica della stessa in una Strada Extraurbana Secondaria (Cat. C1).

#### 3.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Con i lavori del secondo stralcio si prosegue l'intervento avviato nel primo, partendo dalla rotatoria di Contrada Carufo (esclusa) superando la località Colfano e successivamente attraversando la valle incisa del torrente Fiastrone, fino a raggiungere, dopo un percorso di circa 1,7 km, una nuova rotatoria in corrispondenza dello stabilimento Del Vecchio, posta in sponda destra del torrente.

#### 3.2 CLASSIFICAZIONE E CARATTERISTICHE FUNZIONALI

L'infrastruttura di progetto si presenta, in entrambi i tratti AP.01 e AP.02, come una strada di tipo C1 extraurbana secondaria ai sensi del DM 05/11/2001. L'intervallo di velocità di progetto è pari a 60-100 km/h per l'intero sviluppo del tracciato. L'asse di tracciamento è unico e collocato sempre al centro della sezione dove avviene la rotazione dei cigli, così come indicato dalla normativa.

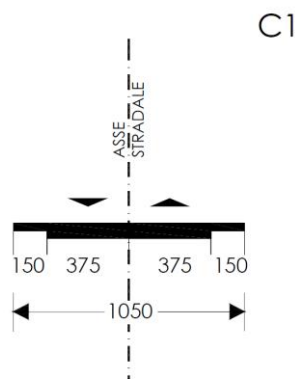


Figura 1: Sezione Cat. C1 secondo il D.M. 05/11/2001

Il tracciato è caratterizzato dal prevalente riutilizzo della strada esistente e prevede il sostanziale riutilizzo della piattaforma stradale esistente, con la realizzazione di opere d'arte in affiancamento alle opere d'arte esistenti.

La soluzione di progetto si configura, pertanto, come "adeguamento di strada esistente" per il quale la norma cogente di riferimento è costituita dal D.M. 22/04/2004 ("Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»") secondo cui le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001 sono limitate alle sole strade di nuova costruzione, ed indicate quale riferimento per l'adeguamento di quelle esistenti (art. 1 del D.M. 22/04/2004).

Alla luce dell'attuale quadro normativo che disciplina gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, in linea con l'art. 1 del D.M. 22/04/2004, l'approccio seguito per la definizione geometrico-funzionale è stato finalizzato alla definizione di una soluzione progettuale, compatibile con i vincoli, il più possibile aderenti alle prescrizioni normative e, in ogni caso, rispondente ai criteri e requisiti di sicurezza.



In tal senso, in funzione delle condizioni al contorno, dovute all’inserimento in un contesto vincolato che impedisce il pieno rispetto del D.M. 05/11/2001, la successione degli elementi geometrici dell’intervento di adeguamento è stata impostata secondo parametri conformi alle prescrizioni correlate al soddisfacimento dei criteri di sicurezza contenuti nel D.M. 05/11/2001 (raggio minimo curve circolari e criterio dinamico clotoidi), ritenendo ammissibili, laddove i vincoli progettuali hanno imposto univocamente l’andamento geometrico, deviazioni rispetto alle prescrizioni legate ad aspetti di carattere ottico (lunghezza minima rettifili, lunghezza massima rettifili di flesso, sviluppo minimo curve circolari, correlazione tra raggio minimo curve circolari e lunghezza rettifili, parametro di scala delle clotoidi corrispondente al criterio ottico).

Per quanto riguarda l’andamento altimetrico, le livellette sono contenute nel limite massimo prescritto per il tipo di strada, ed i raggi dei raccordi parabolici concavi e convessi sono superiori ai minimi prescritti.

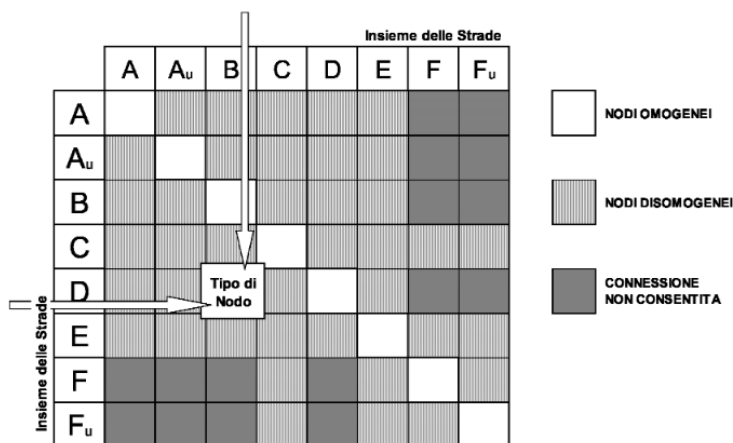
Per quanto riguarda il diagramma di velocità, sono rispettate le condizioni prescritte dal D.M. 05/11/2001.

Per quanto riguarda il corpo stradale, sono state adottate configurazioni tipo della piattaforma stradale, degli elementi marginali, delle scarpate e delle opere di smaltimento delle acque e delle opere di protezione, con tipologie costruttive idonee a garantire il livello prestazionale e qualitativo corrispondente all’infrastruttura stradale in esame

### 3.2.1 Intersezioni a raso

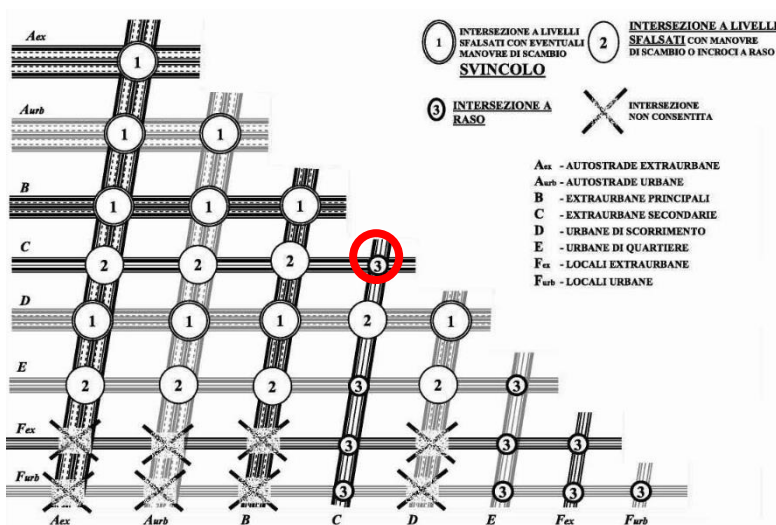
L’intervento prevede le risoluzioni delle due intersezioni principali mediante rotoatorie.

Il DM 2006, sulla base della classificazione delle strade prevista dal Codice della Strada e dal DM 2001, al Par. 3, riporta che i nodi di interconnessione tra viabilità possono concettualmente rappresentarsi come gli elementi di una matrice simmetrica (8x8) nella quale figurano tutte le possibili modalità di intersezione.



Il testo normativo riconosce nodi di tipo omogeneo, che connettono strade dello stesso tipo e per i quali sono sempre ammesse connessioni dirette per lo scambio dei flussi, e nodi di tipo non omogeneo, per i quali non sempre è consentita la connessione diretta per ragioni di sicurezza e funzionalità dell’interconnessione. La viabilità oggetto di intervento connette tramite intersezioni a raso l’asse principale di scorrimento alla viabilità di penetrazione del territorio, rappresentata da strade di tipo extraurbano secondario C: tale configurazione,

con riferimento alla tabella precedente, materializza di fatto nodi di tipo non omogenei consentiti secondo normativa.



### 3.3 SEZIONE TIPOLOGICA E DETTAGLI

La sezione trasversale stradale adottata per l'asse principale è relativa ad una Strada Extraurbana Secondaria (Categoria C1) con una sezione trasversale stradale con soluzione base a 1+1 corsie di marcia. Tale configurazione prevede una carreggiata costituita da due corsie di marcia pari a 3,75 m, banchina in destra e sinistra pari a 1,50 m, per una larghezza complessiva della piattaforma stradale pari a 10.50m. Nei tratti in curva, ove necessario, sono stati previsti allargamenti della carreggiata per la visibilità in corrispondenza del margine laterale.

Allo scopo di garantire un agevole smaltimento delle acque meteoriche interessanti la piattaforma stradale, nei tratti in rettilineo la piattaforma presenta una doppia falda inclinata verso l'esterno con pendenza pari a 2,5%, mentre nei tratti in curva la piattaforma presenta una rotazione delle falde con inclinazione nella direzione del centro della curva con pendenza variabile, in funzione del raggio della curva.

Nel seguito sono illustrate e descritte le tipologie principali di sezioni tipo previste per l'asse principale.

Le tipologie e configurazioni di sezioni tipo previste nell'ambito del progetto sono illustrate negli specifici elaborati contenuti nella sezione "PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA - Parte generale" e nelle specifiche sezioni relative alle "OPERE D'ARTE" a cui si rimanda per i dettagli.

#### 3.3.1 Sezione tipo in rilevato

Nei tratti in rilevato, le banchine sono raccordate alle scarpate mediante un elemento di raccordo (arginello), di larghezza di 1,50 m, destinato ad ospitare il dispositivo di ritenuta per la protezione laterale costituito da barriera di sicurezza di classe H2.

Le scarpate presentano una inclinazione rispetto all'orizzontale pari a 2/3, e sono rivestite con terreno vegetale, di spessore minimo pari a 30 cm, allo scopo di preservarle dall'erosione derivante dal ruscellamento delle acque meteoriche.

Per la base di appoggio dei rilevati, si prevede l'asportazione dello strato superficiale di terreno vegetale per uno spessore di 20 cm (scotico) e bonifica di 30 cm.

Allo scopo di garantire la protezione del corpo del rilevato dalle acque di risalita capillare, in corrispondenza dell'interfaccia tra lo strato di bonifica ed il terreno in sito è prevista l'interposizione di un telo di geotessile anti contaminante leggero.

Per altezze del corpo stradale maggiori di 5 m, allo scopo di garantire idonee condizioni di stabilità, si prevede la realizzazione di una scarpata con inclinazione pari a 2/3 rispetto all'orizzontale fino ad un'altezza pari a 5 m, con la realizzazione di una banca orizzontale di larghezza pari a 2 m dopo la quale la scarpata riprende l'inclinazione di 2/3 sull'orizzontale.

Al piede dei rilevati ad una distanza dal piede della scarpata pari a 0,50 m, si prevede la realizzazione, su entrambi i lati, di fossi di guardia a sezione trapezia per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche afferenti alla piattaforma stradale ed alle scarpate. Oltre i fossi di guardia, sono posizionate le recinzioni che definiscono il limite del confine stradale.

### 3.3.1 Sezione tipo in trincea

Nei tratti in trincea, le banchine sono raccordate alle scarpate un tratto di larghezza di 1,00 m, destinato ad ospitare un elemento idraulico di raccolta acque (cunetta).

La pavimentazione risulta delimitata sul ciglio esterno dalla cunetta alla francese

Le scarpate presentano una inclinazione rispetto all'orizzontale pari a 2/3, e sono rivestite con terreno vegetale, di spessore minimo pari a 30 cm, allo scopo di preservarle dall'erosione derivante dal ruscellamento delle acque meteoriche.

Per altezze di scavo del corpo stradale maggiori di 5 m, allo scopo di garantire idonee condizioni di stabilità e per ridurre gli ingombri planimetrici, si prevede la realizzazione di una paratia di pali con una scarpata in testa con inclinazione pari a 2/3 rispetto all'orizzontale.

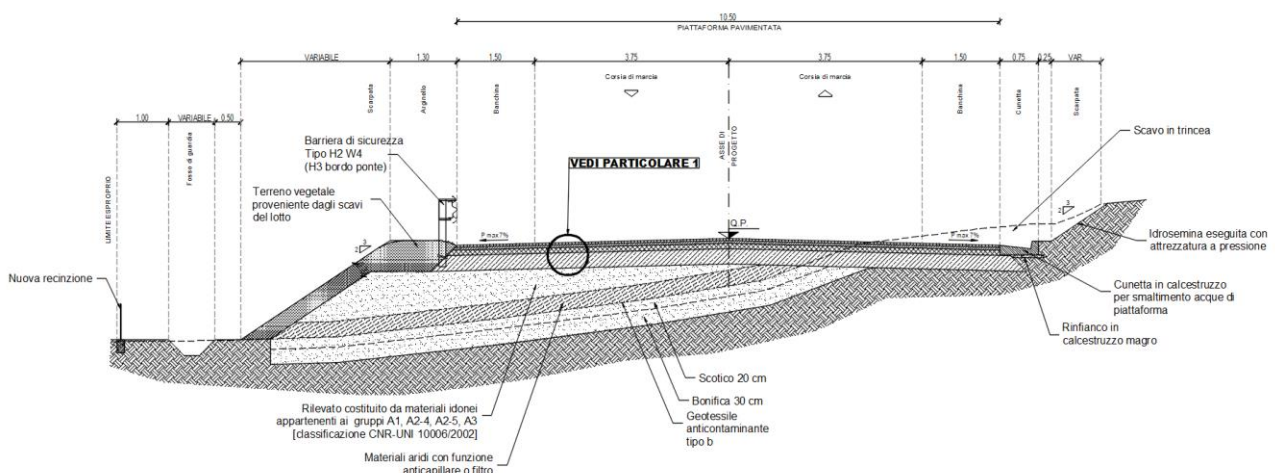


Figura 2: Sezione tipo in mezzacosta

### 3.3.1 Sezione tipo in galleria

La pavimentazione risulta delimitata dal profilo redirettivo lungo tutto il sottovia.

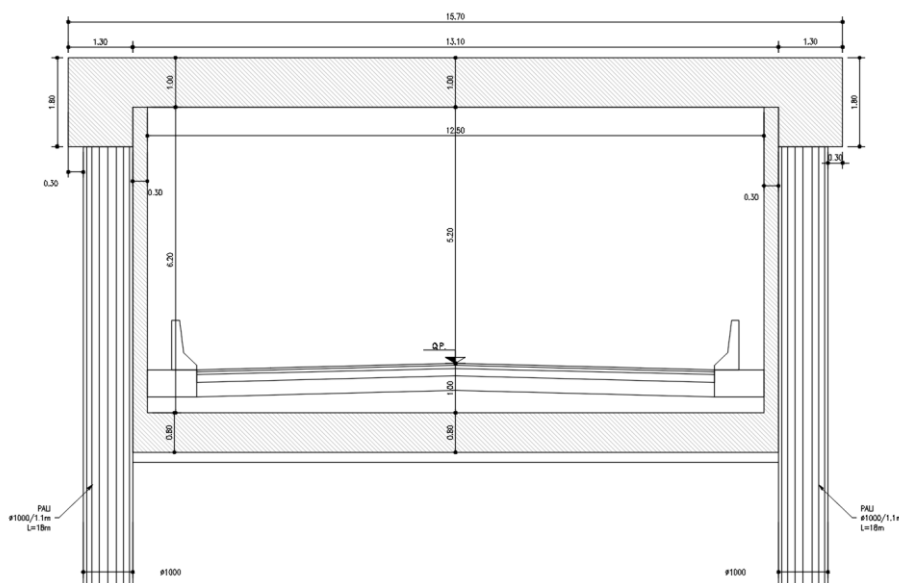


Figura 3: Sezione tipo in galleria artificiale

### 3.3.2 Sezione tipo in viadotto

La pavimentazione risulta delimitata dalla barriera H3bp lungo tutto il viadotto.

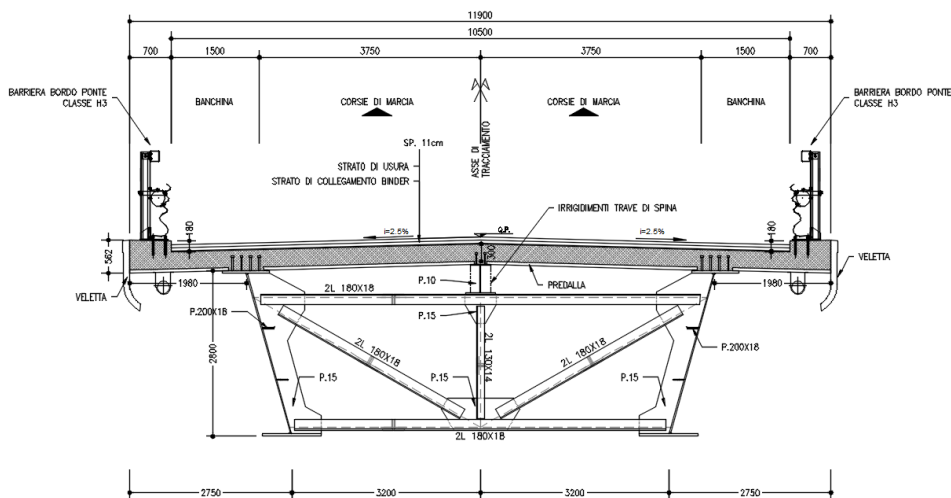


Figura 4: Sezione tipo in viadotto

## 4 CARATTERISTICHE PROGETTUALI

### 4.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

Nell'ambito dell'intervento del secondo stralcio si possono chiaramente individuare due tratti con caratteristiche fra loro molto differenti:

Una prima parte di tracciato (AP.01) è caratterizzata da un percorso di circa 1,2 km dove la rettifica del tracciato avviene sostanzialmente lungo la sede esistente della S.P. 502, a meno di qualche limitato scostamento laterale necessario per rettificare le tortuosità locali e migliorare il passaggio fra gli edifici che fronteggiano la strada. Questo primo tratto è compreso fra la rotonda di Contrada Carufo, appartenente al primo stralcio, e la nuova rotonda di Colfano (SV.01), avente diametro esterno pari a 40 m, definita come rotonda convenzionale ai sensi del D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

Una seconda parte di tracciato (AP.02), invece più complessa e significativa, dalla rotonda di Colfano prosegue in direzione Est per un tratto di lunghezza circa 500 m fuori dal sedime esistente della S.P.502. Questo tratto è caratterizzato in particolare dalla presenza di due opere importanti, la prima alla pk. 0+130 riguarda una nuova galleria artificiale (GA.01) di lunghezza pari a 47 m, e la seconda alla pk.0+236 consiste in un nuovo viadotto di 192 m che consente di attraversare il torrente Fiastrone, fino a giungere alla seconda nuova rotonda (SV.02) avente diametro esterno anch'essa pari a 40 m, definita come rotonda convenzionale ai sensi del D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali". Questo secondo tratto consente così di cortocircuitare la lunga tortuosità, di circa 1 km con curve anguste e ravvicinate, che la strada attuale compie per raggiungere il punto di maggiore stretta del torrente Fiastrone, attraversandone quindi la valle per poi dirigersi a sud verso Maregnano, Morichella e i Piani di Pieca.

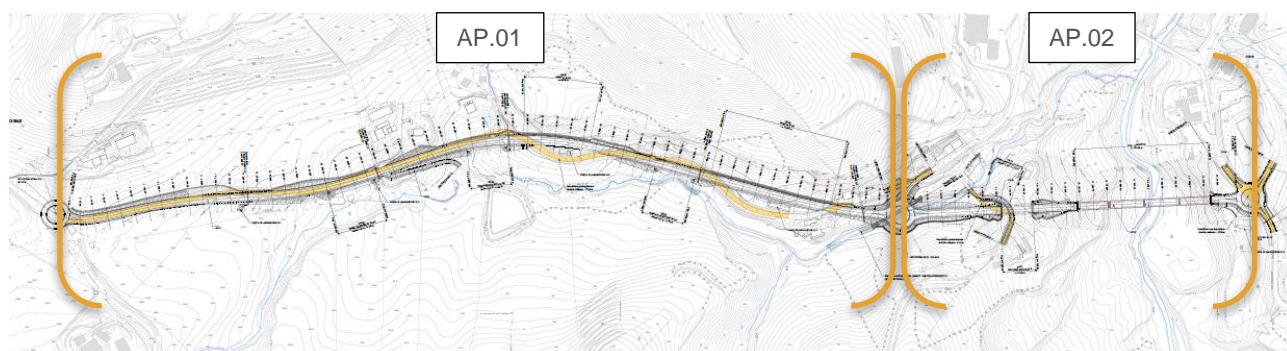


Figura 5: Planimetria di insieme

Le caratteristiche degli elementi geometrici costituenti l'andamento planimetrico sono riportate nelle tabelle seguenti.

AP.01

ELEMENTI PLANIMETRICI							Pagina:	1 / 1
N.	Elemento	Progressiva	Sviluppo	Raggio	Angolo iniziale	Angolo finale	Parametro A	
1	Raccordo	0.00	19.42	119.00	110.3722	99.9845		
2	Clotoide	19.42	53.78		99.9845	85.5986	80.000	
3	Clotoide	73.20	66.67		85.5986	89.1354	200.000	
4	Raccordo	139.87	38.01	600.00	89.1354	93.1679		
5	Clotoide	177.87	66.67		93.1679	96.7047	200.000	
6	Clotoide	244.54	73.50		96.7047	92.8054	210.000	
7	Raccordo	318.04	95.00	600.00	92.8054	82.7256		
8	Clotoide	413.04	73.50		82.7256	78.8263	210.000	
9	Clotoide	486.54	110.25		78.8263	87.5997	210.000	
10	Raccordo	596.79	93.66	400.00	87.5997	102.5069		
11	Clotoide	690.45	180.31		102.5069	116.8556	268.560	
12	Rettifilo	870.76	172.08					
13	Clotoide	1042.84	73.50		116.8556	112.9563	210.000	
14	Raccordo	1116.34	96.05	600.00	112.9563	102.7649		

AP.02

ELEMENTI PLANIMETRICI							Pagina:	1 / 1
N.	Elemento	Progressiva	Sviluppo	Raggio	Angolo iniziale	Angolo finale	Parametro A	
1	Rettifilo	0.00	466.59					

## 4.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO

Per la definizione dell'andamento altimetrico dell'asse principale, i vincoli maggiori sono:

- Collegamento con la rotonda di Contrada Carufo, appartenente al primo stralcio
- Innessi delle proprietà private

Inoltre, è stata presa in considerazione la morfologia del territorio incontrata, il tutto ottemperando anche alle prescrizioni della normativa, che per il tipo di strada C1 prescrive una pendenza massima del 7%.

I raccordi verticali convessi e concavi sono stati calcolati secondo le prescrizioni del D.M. all'art. 5.3.2 e segg..

Dal punto di vista altimetrico la successione delle livellette altimetriche e dei raggi di raccordo impiegati garantiscono la percorrenza del tracciato di progetto per l'intervallo di velocità ( $V_p$  min. 60 -  $V_p$  max 100 km/h), in condizioni di sicurezza, in quanto è sempre garantita la visibilità per l'arresto del veicolo di fronte ad eventuali ostacoli presenti sulla carreggiata stradale (si ricorda infatti che, con riferimento al paragrafo 5.1.2 del D.M. 05/11/2001, due dei parametri da cui dipende il valore di tale distanza sono la velocità di percorrenza e la pendenza longitudinale del tracciato).

I raccordi almetrici concavi sono compresi tra 500m e 4000m, i convessi tra 1000 m e 2000m.

La pendenza massima lungo il tracciato è del 7.0%

Le caratteristiche degli elementi geometrici costituenti l'andamento almetrico sono riportate, per ciascuna carreggiata, nelle tabelle seguenti.

**AP.01**

1 Livelletta - N. 1			
P1:	0.00	Pv1:	
Q1:	398.288	Qv1:	
P2:	80.13	Pv2:	73.23
Q2:	397.086	Qv2:	396.824
Progressiva:	0.00	Differenza di quota:	-1.20
Sviluppo:	60.14	Pendenza:	-2.000

2 Parabola almetrica - N. 1			
P1:	60.13	Pv:	73.23
Q1:	397.086	Qv:	396.824
P2:	86.32		
Q2:	396.219	Raggio:	1000.00
Progressiva:	60.13	Pendenza iniziale:	-2.000
Sviluppo:	26.21	Pendenza finale:	-4.619

3 Livelletta - N. 2			
P1:	86.32	Pv1:	73.23
Q1:	396.219	Qv1:	396.824
P2:	829.47	Pv2:	901.85
Q2:	361.893	Qv2:	358.550
Progressiva:	86.32	Differenza di quota:	-34.33
Sviluppo:	743.94	Pendenza:	-4.619

4 Parabola almetrica - N. 2			
P1:	829.47	Pv:	901.85
Q1:	361.893	Qv:	358.550
P2:	974.23		
Q2:	357.826	Raggio:	4000.00
Progressiva:	829.47	Pendenza iniziale:	-4.619
Sviluppo:	144.83	Pendenza finale:	-1.000

5 Livelletta - N. 3			
P1:	974.23	Pv1:	901.85
Q1:	357.826	Qv1:	358.550
P2:	1032.88	Pv2:	1068.88
Q2:	357.239	Qv2:	356.879
Progressiva:	974.23	Differenza di quota:	-0.59
Sviluppo:	58.65	Pendenza:	-1.000

6 Parabola almetrica - N. 3			
P1:	1032.88	Pv:	1068.88
Q1:	357.239	Qv:	356.879
P2:	1104.88		
Q2:	354.359	Raggio:	1200.00
Progressiva:	1032.88	Pendenza iniziale:	-1.000
Sviluppo:	72.07	Pendenza finale:	-7.000

7 Livelletta - N. 4			
P1:	1104.88	Pv1:	1068.88
Q1:	354.359	Qv1:	356.879
P2:	1165.90	Pv2:	1188.40
Q2:	350.088	Qv2:	348.513
Progressiva:	1104.88	Differenza di quota:	-4.27
Sviluppo:	61.17	Pendenza:	-7.000

8 Parabola almetrica - N. 4			
P1:	1165.90	Pv:	1188.40
Q1:	350.088	Qv:	348.513
P2:	1210.90		
Q2:	348.963	Raggio:	500.00
Progressiva:	1165.90	Pendenza iniziale:	-7.000
Sviluppo:	45.03	Pendenza finale:	2.000

9 Livelletta - N. 5			
P1:	1210.90	Pv1:	1188.40
Q1:	348.963	Qv1:	348.513
P2:	1212.39	Pv2:	
Q2:	348.993	Qv2:	
Progressiva:	1210.90	Differenza di quota:	0.03
Sviluppo:	1.50	Pendenza:	2.000

**AP.02**

<b>1 Livellotta - N. 1</b>			
P1:	0.00	Pv1:	
Q1:	348.593	Qv1:	
P2:	22.34	Pv2:	52.34
Q2:	348.146	Qv2:	347.546
Progressiva:	0.00	Differenza di quota:	-0.45
Sviluppo:	22.34	Pendenza:	-2.000

<b>2 Parabola altimetrica - N. 1</b>			
P1:	22.34	Pv:	52.34
Q1:	348.146	Qv:	347.546
P2:	82.34		
Q2:	346.046	Raggio:	2000.00
Progressiva:	22.34	Pendenza iniziale:	-2.000
Sviluppo:	60.04	Pendenza finale:	-5.000

<b>3 Livellotta - N. 2</b>			
P1:	82.34	Pv1:	52.34
Q1:	346.046	Qv1:	347.546
P2:	385.20	Pv2:	420.20
Q2:	330.903	Qv2:	329.153
Progressiva:	82.34	Differenza di quota:	-15.14
Sviluppo:	303.24	Pendenza:	-5.000

<b>4 Parabola altimetrica - N. 2</b>			
P1:	385.20	Pv:	420.20
Q1:	330.903	Qv:	329.153
P2:	455.20		
Q2:	329.853	Raggio:	1000.00
Progressiva:	385.20	Pendenza iniziale:	-5.000
Sviluppo:	70.02	Pendenza finale:	2.000

<b>5 Livellotta - N. 3</b>			
P1:	455.20	Pv1:	420.20
Q1:	329.853	Qv1:	329.153
P2:	466.59	Pv2:	
Q2:	330.081	Qv2:	
Progressiva:	455.20	Differenza di quota:	0.23
Sviluppo:	11.39	Pendenza:	2.000



## 5 VERIFICHE DEL TRACCIATO

Nel prosieguo si analizza la rispondenza dei parametri geometrici del tracciato stradale agli standard previsti dalle Norme del D.M. 5/11/2001.

### 5.1 VERIFICA PLANIMETRICA

Le verifiche riguardano: l'organizzazione della sezione di piattaforma, la geometria d'asse planimetria ed altimetrica e le distanze di visibilità.

Per quanto riguarda l'analisi di rispondenza degli elementi planimetrici, le verifiche riguarderanno:

- lunghezza massima dei rettifili;
- lunghezza minima dei rettifili;
- raggio minimo delle curve planimetriche;
- lunghezza minima delle curve circolari;
- relazione raggio della curva / lunghezza rettifilo;
- compatibilità tra i raggi di due curve successive;
- congruenza del diagramma delle velocità;

Di seguito si riportano le verifiche per ogni asse principale

## 5.1.1 Controllo normativa planimetrica AP.01

✓ 1 Raccordo - N. 1	Raggio: 119.00 Lunghezza: 19.42	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo in funzione della velocità		119.00	118.11	60.00
● Lunghezza minima per una corretta percezione		19.42	19.24	27.71

✓ 2 Clotoide - N. 1	Parametro A: 80.000 Lunghezza: 53.78	Elemento	Riferimento	Velocità
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata		80.000	28.18	36.63
● Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		80.000	36.81	36.63
● Parametro A minimo da criterio ottico		80.000	39.67	
● Parametro A massimo da criterio ottico		80.000	119.00	
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta		80.000	16.82	36.63

✓ 3 Clotoide - N. 2	Parametro A: 200.000 Lunghezza: 66.67	Elemento	Riferimento	Velocità
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata		200.000	47.76	47.69
● Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		200.000	96.75	47.69
● Parametro A minimo da criterio ottico		200.000	200.00	
● Parametro A massimo da criterio ottico		200.000	600.00	

✓ 4 Raccordo - N. 2	Raggio: 600.00 Lunghezza: 38.01	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo in funzione della velocità		600.00	118.11	60.00
● Lunghezza minima per una corretta percezione		38.01	37.50	54.00

✓ 5 Clotoide - N. 3	Parametro A: 200.000 Lunghezza: 66.67	Elemento	Riferimento	Velocità
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata		200.000	88.88	65.06
● Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		200.000	108.20	65.06
● Parametro A minimo da criterio ottico		200.000	200.00	
● Parametro A massimo da criterio ottico		200.000	600.00	
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta		200.000	14.30	65.06

✓ 6 Clotoide - N. 4	Parametro A: 210.000 Lunghezza: 73.50	Elemento	Riferimento	Velocità
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata		210.000	125.31	77.25
● Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		210.000	122.49	77.25
● Parametro A minimo da criterio ottico		210.000	200.00	
● Parametro A massimo da criterio ottico		210.000	600.00	
● Rapporto parametri A da criterio ottico		0.952	0.667	
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta		210.000	71.43	77.25

✓ 7 Raccordo - N. 3	Raggio: 600.00 Lunghezza: 95.00	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo in funzione della velocità		600.00	118.11	60.00
● Lunghezza minima per una corretta percezione		95.00	64.59	93.01

## PROGETTO DEFINITIVO

✓ 8 Clotoide - N. 5	Parametro A: 210.000 Lunghezza: 73.50	Elemento	Riferimento	Velocità
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata		210.000	210.00	100.00
● Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		210.000	134.15	100.00
● Parametro A minimo da criterio ottico		210.000	200.00	
● Parametro A massimo da criterio ottico		210.000	600.00	
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta		210.000	158.15	100.00

✓ 9 Clotoide - N. 6	Parametro A: 210.000 Lunghezza: 110.25	Elemento	Riferimento	Velocità
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata		210.000	210.00	100.00
● Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		210.000	126.06	100.00
● Parametro A minimo da criterio ottico		210.000	133.33	
● Parametro A massimo da criterio ottico		210.000	400.00	
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta		210.000	168.66	100.00

✓ 10 Raccordo - N. 4	Raggio: 400.00 Lunghezza: 93.66	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo in funzione della velocità		400.00	118.11	60.00
● Lunghezza minima per una corretta percezione		93.66	66.94	96.39
● Raggio minimo dal rettilo successivo		400.00	172.08	

✓ 11 Clotoide - N. 7	Parametro A: 268.560 Lunghezza: 180.31	Elemento	Riferimento	Velocità
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata		268.560	210.00	100.00
● Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		268.560	142.83	100.00
● Parametro A minimo da criterio ottico		268.560	133.33	
● Parametro A massimo da criterio ottico		268.560	400.00	
● Rapporto parametri A da criterio ottico		1.279	0.667	
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta		268.560	179.17	100.00

✓ 12 Rettilo - N. 1	Lunghezza: 172.08	Elemento	Riferimento	Velocità
● Lunghezza minima		172.08	94.12	81.65
● Lunghezza massima		172.08	1796.26	81.65

✓ 13 Clotoide - N. 8	Parametro A: 210.000 Lunghezza: 73.50	Elemento	Riferimento	Velocità
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata		210.000	59.22	53.10
● Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		210.000	117.96	53.10
● Parametro A minimo da criterio ottico		210.000	200.00	
● Parametro A massimo da criterio ottico		210.000	600.00	
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta		210.000	27.64	53.10

✓ 14 Raccordo - N. 5	Raggio: 600.00 Lunghezza: 96.05	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo in funzione della velocità		600.00	118.11	60.00
● Lunghezza minima per una corretta percezione		96.05	28.41	40.91

## 5.1.2 Controllo normativa planimetrica AP.02

✓ 1 Rettilo - N. 1	Lunghezza: 466.59	Elemento	Riferimento	Velocità
● Lunghezza minima		466.59	73.54	73.42
● Lunghezza massima		466.59	1615.17	73.42

## 5.2 VERIFICHE ALTIMETRICHE

Per gli aspetti altimetrici, si verificheranno:

- pendenze longitudinali massime;
- pendenze trasversali;
- caratteristiche raccordi verticali convessi e concavi.

Di seguito si riportano le verifiche per ogni asse principale.

### 5.2.1 Controllo normativa altimetrica AP.01

✓ 1 Livelletta - N. 1	Pendenza: -2.000%	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		2.000%	7.000%	

✓ 2 Parabola altimetrica - N. 1	Raggio: 1000.00 m Lunghezza: 26.21 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		1000.00 m	20.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1000.00 m	193.69 m	38.81 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		1000.00 m	0.00 m	38.81 km/h

✓ 3 Livelletta - N. 2	Pendenza: -4.619%	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		4.619%	7.000%	

✓ 4 Parabola altimetrica - N. 2	Raggio: 4000.00 m Lunghezza: 144.83 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		4000.00 m	40.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		4000.00 m	1007.19 m	88.50 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		4000.00 m	3315.66 m	88.50 km/h

✓ 5 Livelletta - N. 3	Pendenza: -1.000%	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		1.000%	7.000%	

✓ 6 Parabola altimetrica - N. 3	Raggio: 1200.00 m Lunghezza: 72.07 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		1200.00 m	20.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1200.00 m	385.56 m	54.76 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		1200.00 m	1128.67 m	54.76 km/h

✓ 7 Livelletta - N. 4	Pendenza: -7.000%	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		7.000%	7.000%	

✓ 8 Parabola altimetrica - N. 4	Raggio: 500.00 m Lunghezza: 45.03 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		500.00 m	40.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		500.00 m	137.42 m	32.69 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		500.00 m	489.60 m	32.69 km/h

✓ 9 Livelletta - N. 5	Pendenza: 2.000%	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		2.000%	7.000%	

## 5.2.2 Controllo normativa altimetrica AP.02

✓ 1 Livellotta - N. 1	Pendenza: -2.000%	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		2.000%	7.000%	
✓ 2 Parabola altimetrica - N. 1	Raggio: 2000.00 m Lunghezza: 60.04 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		2000.00 m	20.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		2000.00 m	214.84 m	40.87 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		2000.00 m	498.56 m	40.87 km/h
✓ 3 Livellotta - N. 2	Pendenza: -5.000%	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		5.000%	7.000%	
✓ 4 Parabola altimetrica - N. 2	Raggio: 1000.00 m Lunghezza: 70.02 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		1000.00 m	40.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1000.00 m	228.46 m	42.15 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		1000.00 m	762.83 m	42.15 km/h
✓ 5 Livellotta - N. 3	Pendenza: 2.000%	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		2.000%	7.000%	

## 5.3 VERIFICA DI VISIBILITA' ASSE PRINCIPALE

## 5.3.1 Verifica distanza di visibilità per l'arresto

La verifica della sussistenza di visuali libere commisurate alla distanza di visibilità per l'arresto ai sensi del D.M. 05/11/2001 è stata svolta considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso un modello tridimensionale. Il modello tridimensionale adottato ai fini della verifica ha previsto una sezione trasversale semplificata avente come ostacolo alla visibilità un elemento verticale di altezza pari a 1,10 m in corrispondenza del limite esterno della banchina.

La verifica delle distanze di visuale libera, considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso il modello tridimensionale utilizzato, è dettagliata negli specifici elaborati "Diagramma di velocità e visuale libera".

Da tali elaborati, a cui si rimanda per i dettagli, si evince che, in conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001, lungo l'intero tracciato risulta assicurata, per entrambe le corsie della carreggiata, una distanza di visuale libera superiore alla visuale libera richiesta per l'arresto.

Le verifiche hanno evidenziato la necessità di operare, lungo alcuni tratti, arretramenti degli ostacoli laterali (barriere di sicurezza), mediante ampliamento della carreggiata, al fine di rendere congruenti le distanze di visuale libera con le distanze di visibilità richieste per l'arresto.

I valori e l'estensione degli allargamenti richiesti sono riportati negli elaborati "Diagramma di velocità e visuale libera", a cui si rimanda, nonché nelle tabelle successive.

### 5.3.1.1 Tratti applicazione allargamenti carreggiata

I valori e l'estensione degli allargamenti applicati lungo la piattaforma della carreggiata sono riportati nelle tabelle seguenti riportanti, rispettivamente, le tratte di applicazione con i valori massimi ed i valori puntuali in funzione della progressiva unitamente ai corrispondenti elementi geometrici planimetrici.

AP.01

PROGRESSIVA	ALLARGAMENTO SX
580	0
698.03	2.3
698.72	2.2
699.79	2
712.41	1.7
735.52	1
825.96	0

### 5.3.1 Verifica distanza di visibilità per il sorpasso

La verifica della sussistenza di visuali libere commisurate alla distanza di visibilità per il sorpasso ai sensi del D.M. 05/11/2001 è stata svolta considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso un modello tridimensionale.

La verifica delle distanze di visuale libera, considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso il modello tridimensionale utilizzato, è dettagliata negli specifici elaborati "Diagramma di velocità e visuale libera".

Da tali elaborati, a cui si rimanda per i dettagli, si evince che, per entrambe le corsie della carreggiata, la distanza di visuale libera per il sorpasso non è mai garantita a causa di un andamento plano-altimetrico molto articolato per potersi inserire nel modo meno invasivo alla morfologia del territorio complessa.

Per questo motivo la manovra di sorpasso lungo tutto il tracciato in progetto è interdetta mediante apposita segnaletica verticale.

## 6 ROTATORIA

Per il progetto delle rotatorie si è rispettato le norme tecniche previste dai DM 19/04/2006 e D.M. 05/11/2001.

La rotatoria ha una sezione trasversale costituita da una corsia di marcia pari a 6.00m, una banchina interna pari a 1.00m e una banchina esterna pari a 0.50m, per un ingombro complessivo della sede stradale pari 7.50m. La pendenza trasversale è del 2% verso l'esterno.

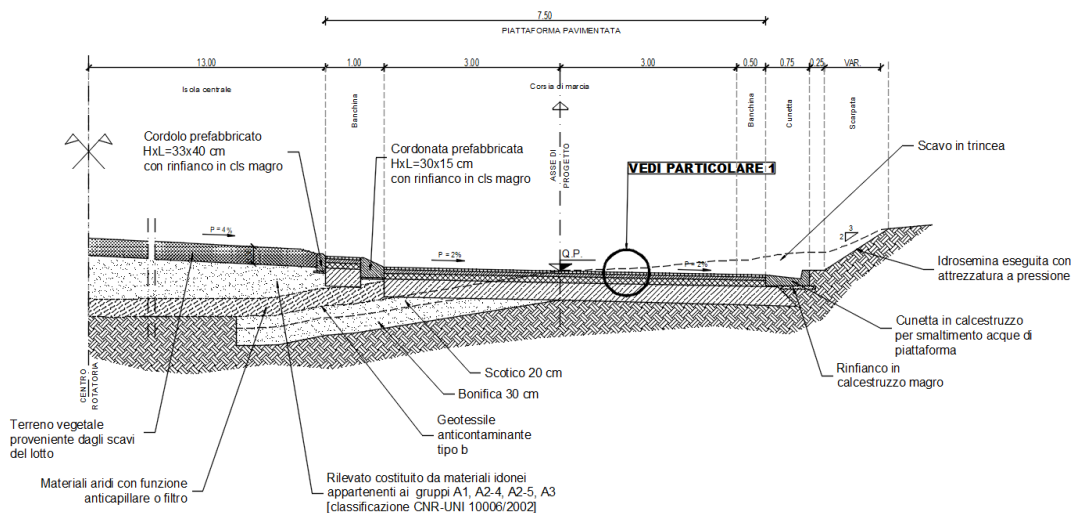


Figura 6: Sezione tipo rotatoria

### 6.1 ROTATORIA SV.01

La rotatoria ha la funzione di collegare i due tracciati principali in progetto, l'AP.01 e AP.02 e il ramo di collegamento con la strada esistente VS.02.

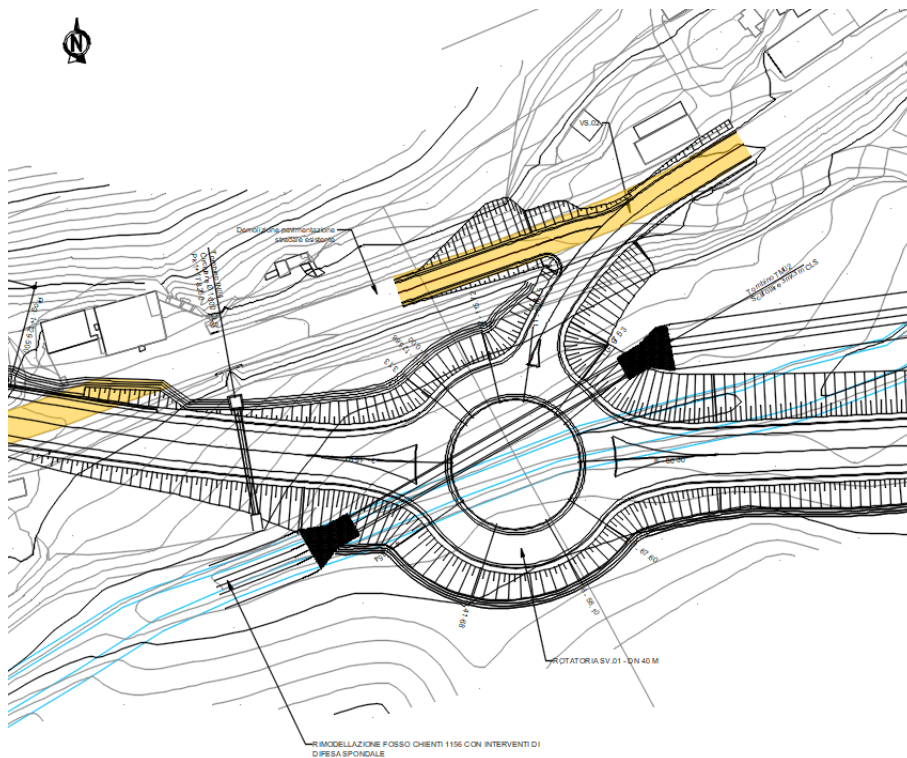


Figura 7: Palnimetria rotatoria SV.01

La rotatoria ha un diametro esterno di 40m e di seguito si riportano le verifiche di visibilità per i raccordi almetrici che si susseguono lungo il tracciato della rotatoria. A vantaggio di sicurezza si è approssimata in eccesso la Vp calcolata con la formula del DM 2001 e le verifiche sono state svolte per Vp= 25 km/h”

✓ 1 Livelletta - N. 1	<b>Pendenza: -1.000%</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		1.000%	10.000%	

✓ 2 Parabola almetrica - N. 1	<b>Raggio: 300.00 m Lunghezza: 12.00 m</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		300.00 m	40.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		300.00 m	91.46 m	26.67 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		300.00 m	80.63 m	26.67 km/h

✓ 3 Livelletta - N. 2	<b>Pendenza: 3.000%</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		3.000%	10.000%	

✓ 4 Parabola almetrica - N. 2	<b>Raggio: 300.00 m Lunghezza: 12.00 m</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		300.00 m	20.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		300.00 m	91.46 m	26.67 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		300.00 m	0.00 m	26.67 km/h

✓ 5 Livelletta - N. 3	<b>Pendenza: -1.000%</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		1.000%	10.000%	

### 6.1 ROTATORIA SV.02

La rotatoria ha la funzione di collegare il tracciato principale in progetto AP.02 e i rami di collegamento con la strada esistente VS.04-05-06.

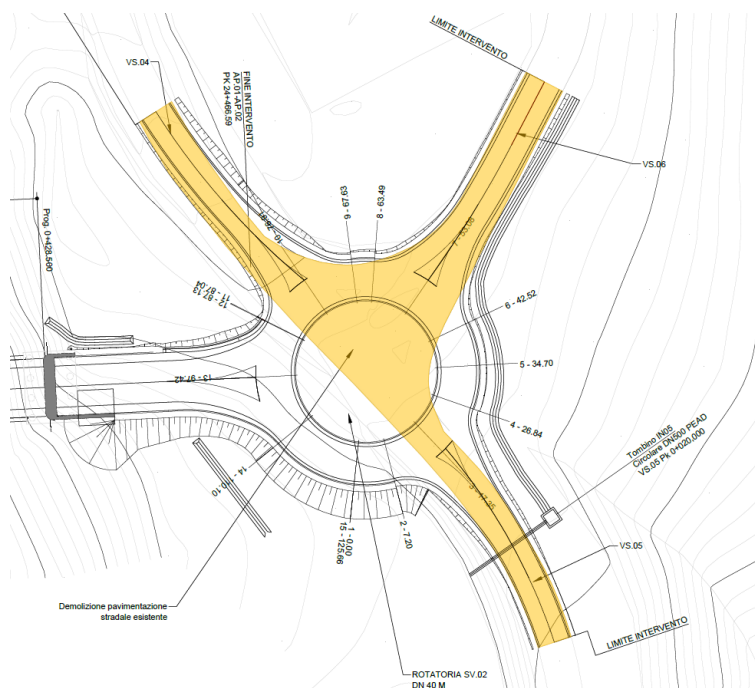


Figura 8: Palnimetria rotatoria SV.02



**PROGETTO DEFINITIVO**

La rotatoria ha un diametro esterno di 40m e di seguito si riportano le verifiche di visibilità per i raccordi altimetrici che si susseguono lungo il tracciato della rotatoria. A vantaggio di sicurezza si è approssimata in eccesso la Vp calcolata con la formula del DM 2001 e le verifiche sono state svolte per Vp= 25 km/h”

✓ <b>1 Livelletta - N. 1</b>	<b>Pendenza: 7.000%</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		7.000%	10.000%	

✓ <b>2 Parabola altimetrica - N. 1</b>	<b>Raggio: 200.00 m Lunghezza: 22.81 m</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		200.00 m	20.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		200.00 m	91.46 m	26.67 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		200.00 m	153.21 m	26.67 km/h

✓ <b>3 Livelletta - N. 2</b>	<b>Pendenza: -4.400%</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		4.400%	10.000%	

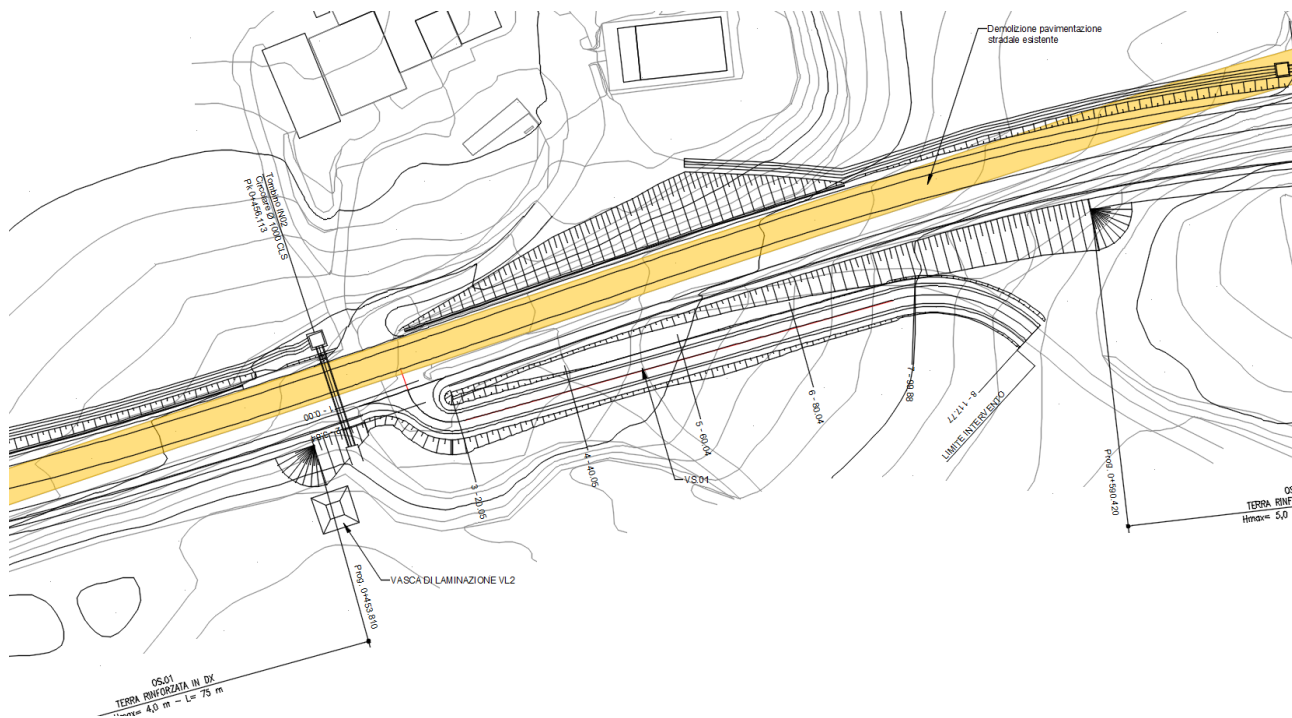
✓ <b>4 Parabola altimetrica - N. 2</b>	<b>Raggio: 200.00 m Lunghezza: 22.81 m</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		200.00 m	40.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		200.00 m	91.46 m	26.67 km/h

✓ <b>5 Livelletta - N. 3</b>	<b>Pendenza: 7.000%</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		7.000%	10.000%	

## 7 VIABILITA' SECONDARIE

### 7.1 VS.01

La viabilità permette la ricucitura con la strada esistente e si collega alla prog. 0+470 della AP.01.



Di seguito si riportano le verifiche plano-altimetriche che si susseguono lungo il tracciato.

CONTROLLO NORMATIVA PLANIMETRICA

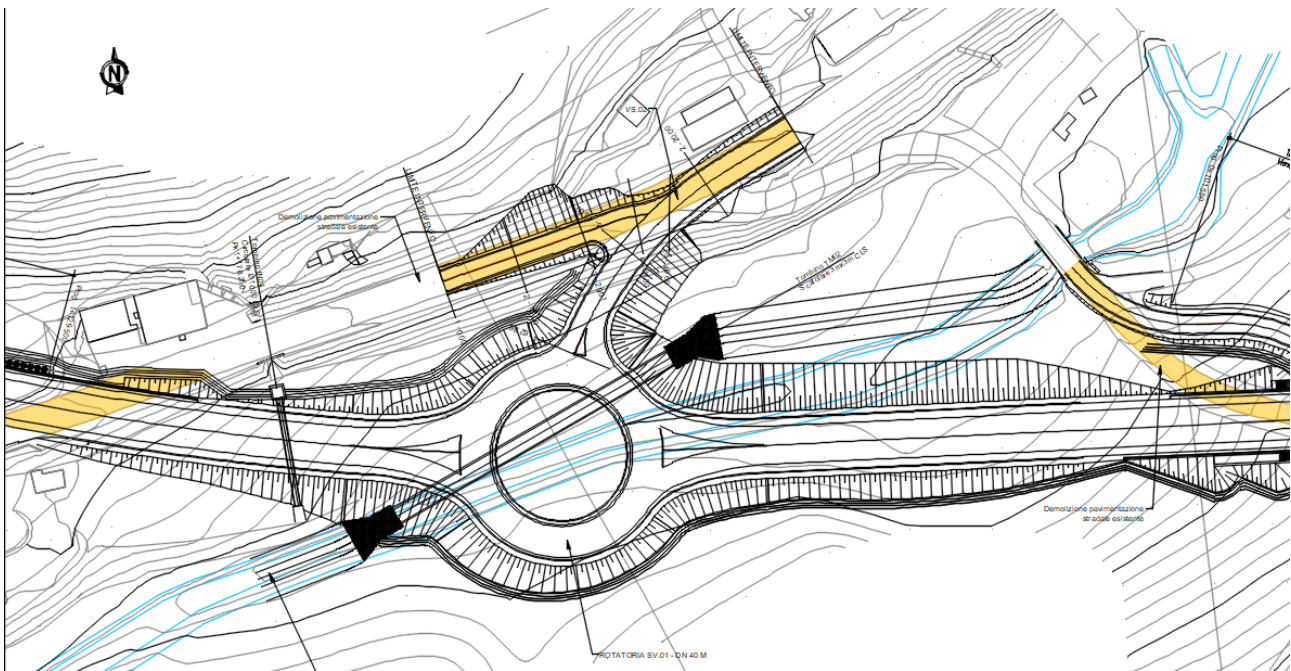
Pagina: 1 / 1

Dati generali asse		Elemento	Riferimento	Velocità
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F2 - Locale Extraurbana			
Velocità minima:	20.00			
Velocità massima:	20.00			
<b>⚠ 1 Rettifilo - N. 1</b> Lunghezza: 3.84				
● Lunghezza minima		3.84	30.00	1.00
● Lunghezza massima		3.84	22.00	1.00
<b>⚠ 2 Raccordo - N. 1</b> Raggio: 8.00 Lunghezza: 12.10				
● Raggio minimo in funzione della velocità		8.00	11.25	20.00
● Lunghezza minima per una corretta percezione		12.10	0.69	1.00
● Raggio minimo dal rettilo precedente		8.00	3.84	
● Raggio minimo dal rettilo successivo		8.00	76.21	
● Raccordo senza transizioni				
<b>⚠ 3 Rettifilo - N. 2</b> Lunghezza: 76.21				
● Lunghezza minima		76.21	30.00	1.00
● Lunghezza massima		76.21	22.00	1.00
<b>⚠ 4 Raccordo - N. 2</b> Raggio: 25.00 Lunghezza: 25.47				
● Raggio minimo in funzione della velocità		25.00	11.25	20.00
● Lunghezza minima per una corretta percezione		25.47	0.69	1.00
● Raggio minimo dal rettilo successivo		25.00	0.15	
● Raccordo senza transizioni				
<b>⚠ 5 Rettifilo - N. 3</b> Lunghezza: 0.15				
● Lunghezza minima		0.15	30.00	1.00
● Lunghezza massima		0.15	22.00	1.00

CONTROLLO NORMATIVA ALTIMETRICA		Pagina: 1 / 1		
<b>Dati generali profilo</b>				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F2 - Locale Extraurbana			
Velocità minima:	20.00 km/h			
Velocità massima:	20.00 km/h			
<b>✓ 1 Livelletta - N. 1</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: 2.144%</b></span>				
● Pendenza massima	Elemento	Riferimento	Velocità	
	2.144%	10.000%		
<b>✓ 2 Parabola altimetrica - N. 1</b> <span style="float: right;"><b>Raggio: 200.00 m Lunghezza: 24.32 m</b></span>				
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	Elemento	Riferimento	Velocità	
	200.00 m	20.00 m		
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale	200.00 m	0.13 m	1.00 km/h	
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	200.00 m	0.17 m	1.00 km/h	
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di Sorpasso)	200.00 m	3.51 m	1.00 km/h	
<b>✓ 3 Livelletta - N. 2</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: -10.000%</b></span>				
● Pendenza massima	Elemento	Riferimento	Velocità	
	10.000%	10.000%		
<b>✓ 4 Parabola altimetrica - N. 2</b> <span style="float: right;"><b>Raggio: 500.00 m Lunghezza: 18.05 m</b></span>				
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	Elemento	Riferimento	Velocità	
	500.00 m	20.00 m		
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale	500.00 m	0.13 m	1.00 km/h	
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	500.00 m	0.17 m	1.00 km/h	
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di Sorpasso)	500.00 m	3.51 m	1.00 km/h	
<b>⚠ 5 Livelletta - N. 3</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: -13.585%</b></span>				
● Pendenza massima	Elemento	Riferimento	Velocità	
	13.585%	10.000%		

## 7.2 VS.02

La viabilità permette la ricucitura con la strada esistente SP 502 alla rotatoria SV.01.



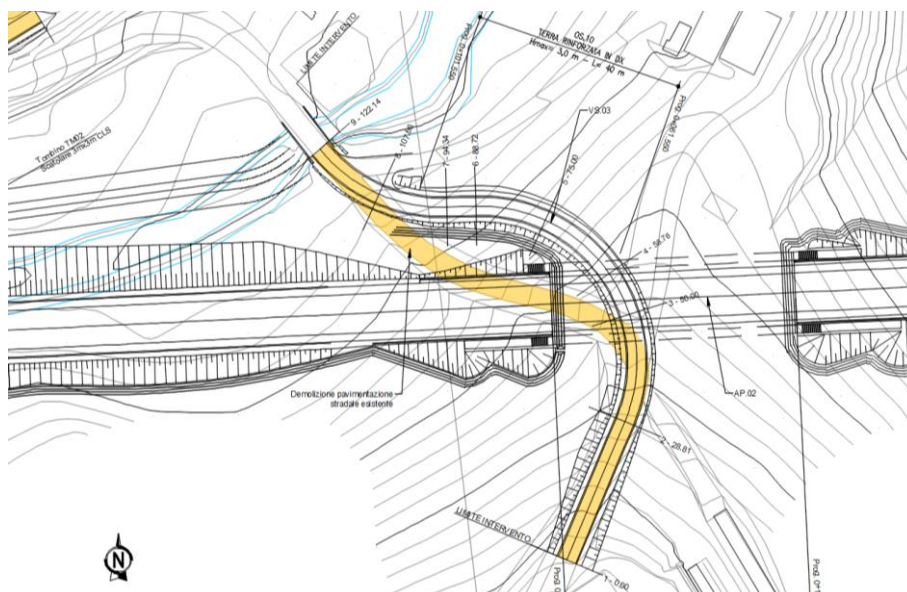
Di seguito si riportano le verifiche plano-altimetriche che si susseguono lungo il tracciato.

CONTROLLO NORMATIVA PLANIMETRICA		Pagina: 1 / 1		
<b>Dati generali asse</b>				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F2 - Locale Extraurbana			
Velocità minima:	40.00			
Velocità massima:	40.00			
<b>1 Rettifilo - N. 1</b> <span style="float: right;"><b>Lunghezza: 15.88</b></span>				
●	Lunghezza minima	15.88	30.00	40.00
●	Lunghezza massima	15.88	880.00	40.00
<b>2 Raccordo - N. 1</b> <span style="float: right;"><b>Raggio: 70.00 Lunghezza: 44.50</b></span>				
●	Raggio minimo in funzione della velocità	70.00	44.99	40.00
●	Lunghezza minima per una corretta percezione	44.50	27.54	39.66
●	Raggio minimo dal rettifilo precedente	70.00	15.88	
●	Raggio minimo dal rettifilo successivo	70.00	2.48	
●	Raccordo senza transizioni			
<b>3 Rettifilo - N. 2</b> <span style="float: right;"><b>Lunghezza: 2.48</b></span>				
●	Lunghezza minima	2.48	30.00	25.47
●	Lunghezza massima	2.48	560.27	25.47

CONTROLLO NORMATIVA ALTIMETRICA		Pagina: 1 / 1		
<b>Dati generali profilo</b>				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F2 - Locale Extraurbana			
Velocità minima:	40.00 km/h			
Velocità massima:	40.00 km/h			
<hr/>				
✓ 1 Livelletta - N. 1	<b>Pendenza: 2.200%</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		2.200%	10.000%	
<hr/>				
✓ 2 Parabola altimetrica - N. 1	<b>Raggio: 360.00 m Lunghezza: 22.32 m</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		360.00 m	20.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		360.00 m	205.76 m	40.00 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		360.00 m	352.65 m	40.00 km/h
<hr/>				
✓ 3 Livelletta - N. 2	<b>Pendenza: -4.000%</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		4.000%	10.000%	
<hr/>				
⚠ 4 Parabola altimetrica - N. 2	<b>Raggio: 300.00 m Lunghezza: 18.00 m</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		300.00 m	40.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		300.00 m	124.19 m	31.08 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		300.00 m	432.42 m	31.08 km/h
<hr/>				
✓ 5 Livelletta - N. 3	<b>Pendenza: 2.000%</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		2.000%	10.000%	

### 7.3 VS.03

La viabilità permette la ricucitura con la strada podereale esistente con la SP 502.



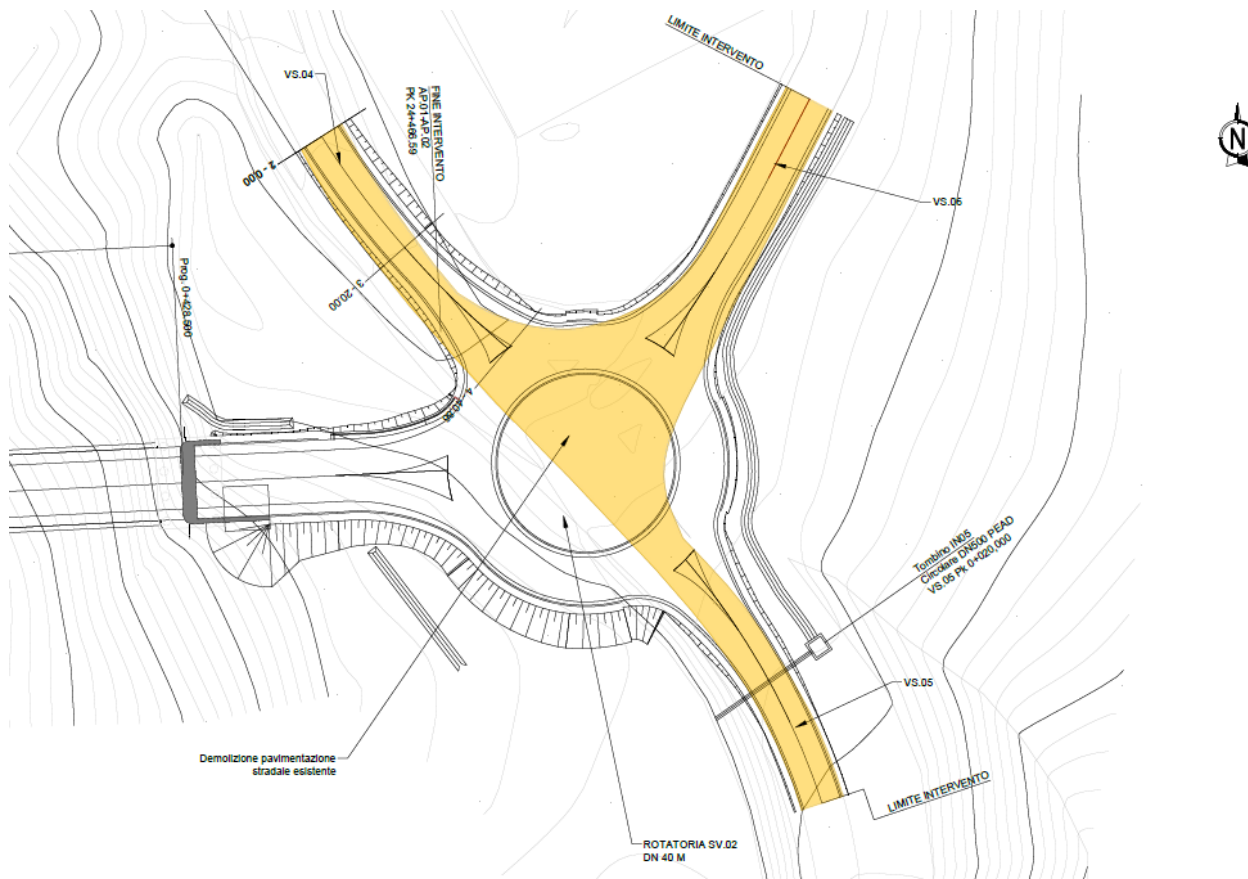
Di seguito si riportano le verifiche plano-altimetriche che si susseguono lungo il tracciato.

CONTROLLO NORMATIVA PLANIMETRICA		Pagina: 1 / 1		
<b>Dati generali asse</b>				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F2 - Locale Extraurbana			
Velocità minima:	25.00			
Velocità massima:	25.00			
<b>1 Rettifilo - N. 1</b> Lunghezza: 28.81				
	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Lunghezza minima	28.81	30.00	25.00	
● Lunghezza massima	28.81	550.00	25.00	
<b>2 Raccordo - N. 1</b> Raggio: 30.00 Lunghezza: 59.91				
	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Raggio minimo in funzione della velocità	30.00	17.58	25.00	
● Lunghezza minima per una corretta percezione	59.91	17.36	25.00	
● Raggio minimo dal rettilifo precedente	30.00	28.81		
● Raggio minimo dal rettilifo successivo	30.00	5.62		
● Raccordo senza transizioni				
<b>3 Rettifilo - N. 2</b> Lunghezza: 5.62				
	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Lunghezza minima	5.62	30.00	25.00	
● Lunghezza massima	5.62	550.00	25.00	
<b>4 Raccordo - N. 2</b> Raggio: 30.00 Lunghezza: 26.64				
	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Raggio minimo in funzione della velocità	30.00	17.58	25.00	
● Lunghezza minima per una corretta percezione	26.64	17.36	25.00	
● Raggio minimo dal rettilifo precedente	30.00	5.62		
● Raggio minimo dal rettilifo successivo	30.00	1.16		
● Raccordo senza transizioni				
<b>5 Rettifilo - N. 3</b> Lunghezza: 1.16				
	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Lunghezza minima	1.16	30.00	25.00	
● Lunghezza massima	1.16	550.00	25.00	

<b>CONTROLLO NORMATIVA ALTIMETRICA</b>		Pagina: 1 / 1		
<b>Dati generali profilo</b>				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F2 - Locale Extraurbana			
Velocità minima:	25.00 km/h			
Velocità massima:	25.00 km/h			
<b>1 Livelletta - N. 1</b> <span style="float: right;">Pendenza: -18.000%</span>				
Pendenza massima		Elemento	Riferimento	Velocità
		18.000%	10.000%	
<b>2 Parabola altimetrica - N. 1</b> <span style="float: right;">Raggio: 120.00 m Lunghezza: 17.80 m</span>				
Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		Elemento	Riferimento	Velocità
		120.00 m	40.00 m	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		120.00 m	80.38 m	25.00 km/h
Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		120.00 m	248.91 m	25.00 km/h
<b>3 Livelletta - N. 2</b> <span style="float: right;">Pendenza: -3.263%</span>				
Pendenza massima		Elemento	Riferimento	Velocità
		3.263%	10.000%	

### 7.4 VS.04

La viabilità permette il collegamento della SP 502 con la rotonda SV.02 in progetto, lato nord.





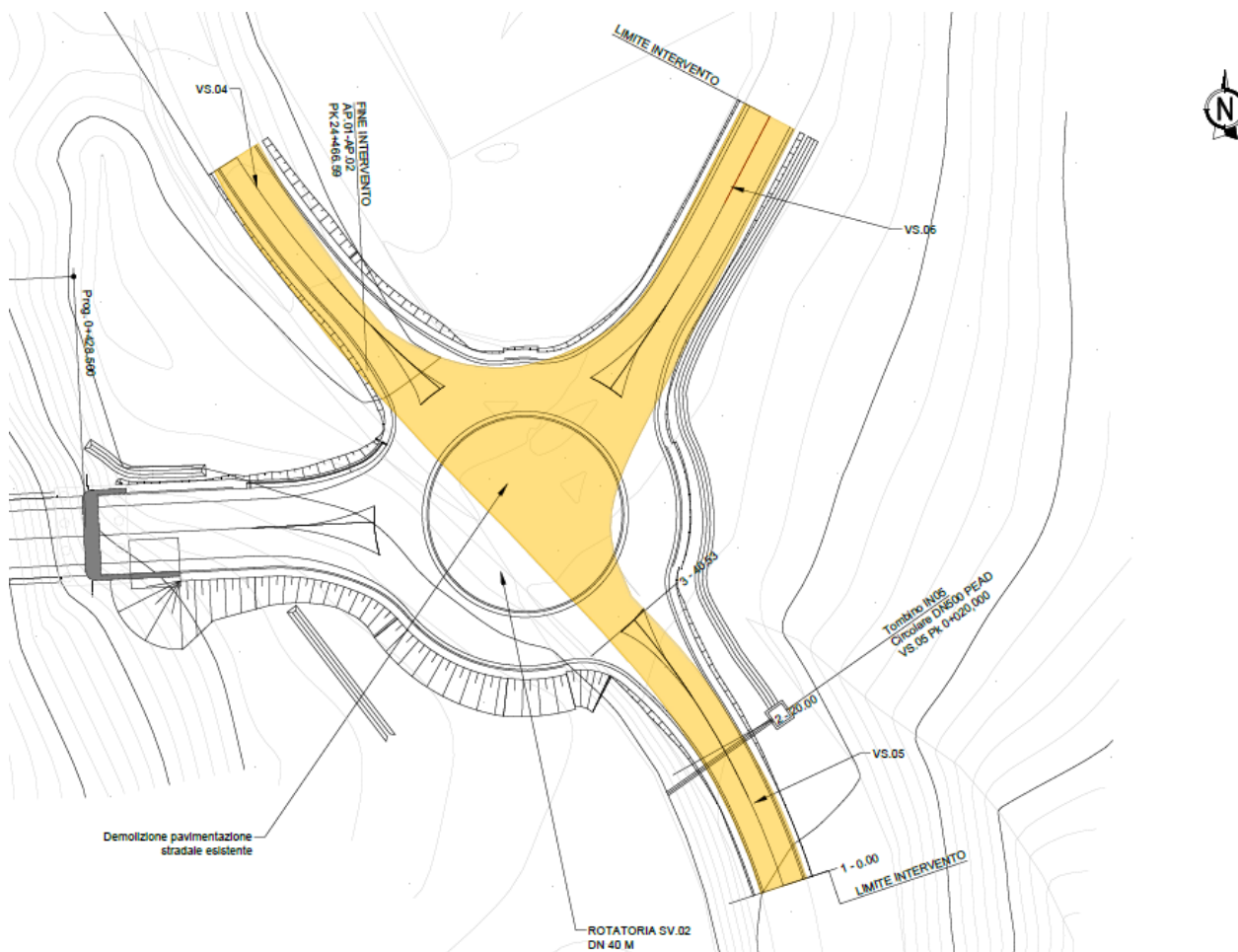
Di seguito si riportano le verifiche plano-altimetriche che si susseguono lungo il tracciato.

CONTROLLO NORMATIVA PLANIMETRICA		Pagina: 1 / 1		
<b>Dati generali asse</b>				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F2 - Locale Extraurbana			
Velocità minima:	40.00			
Velocità massima:	60.00			
<b>✓ 1 Raccordo - N. 1</b> Raggio: 130.97 Lunghezza: 40.86				
<input checked="" type="checkbox"/> Raggio minimo in funzione della velocità	Elemento	Riferimento	Velocità	
	130.97	44.99	40.00	
<input checked="" type="checkbox"/> Lunghezza minima per una corretta percezione	40.86	17.36	25.00	

CONTROLLO NORMATIVA ALTIMETRICA		Pagina: 1 / 1		
<b>Dati generali profilo</b>				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F2 - Locale Extraurbana			
Velocità minima:	40.00 km/h			
Velocità massima:	60.00 km/h			
<b>✓ 1 Livelletta - N. 1</b> Pendenza: 5.500%				
<input checked="" type="checkbox"/> Pendenza massima	Elemento	Riferimento	Velocità	
	5.500%	10.000%		
<b>✓ 2 Parabola altimetrica - N. 1</b> Raggio: 500.00 m Lunghezza: 12.53 m				
<input checked="" type="checkbox"/> Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	Elemento	Riferimento	Velocità	
	500.00 m	40.00 m		
<input checked="" type="checkbox"/> Raggio minimo comfort accelerazione verticale	500.00 m	80.38 m	25.00 km/h	
<input checked="" type="checkbox"/> Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	500.00 m	0.00 m	25.00 km/h	
<b>✓ 3 Livelletta - N. 2</b> Pendenza: 8.000%				
<input checked="" type="checkbox"/> Pendenza massima	Elemento	Riferimento	Velocità	
	8.000%	10.000%		
<b>✓ 4 Parabola altimetrica - N. 2</b> Raggio: 500.00 m Lunghezza: 11.63 m				
<input checked="" type="checkbox"/> Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	Elemento	Riferimento	Velocità	
	500.00 m	20.00 m		
<input checked="" type="checkbox"/> Raggio minimo comfort accelerazione verticale	500.00 m	80.38 m	25.00 km/h	
<input checked="" type="checkbox"/> Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	500.00 m	0.00 m	25.00 km/h	
<input checked="" type="checkbox"/> Raggio minimo da visibilità (con Distanza di Sorpasso)	500.00 m	0.00 m	25.00 km/h	
<b>✓ 5 Livelletta - N. 3</b> Pendenza: 5.680%				
<input checked="" type="checkbox"/> Pendenza massima	Elemento	Riferimento	Velocità	
	5.680%	10.000%		

### 7.5 VS.05

La viabilità permette il collegamento della SP 502 con la rotatoria SV.02 in progetto, lato sud.



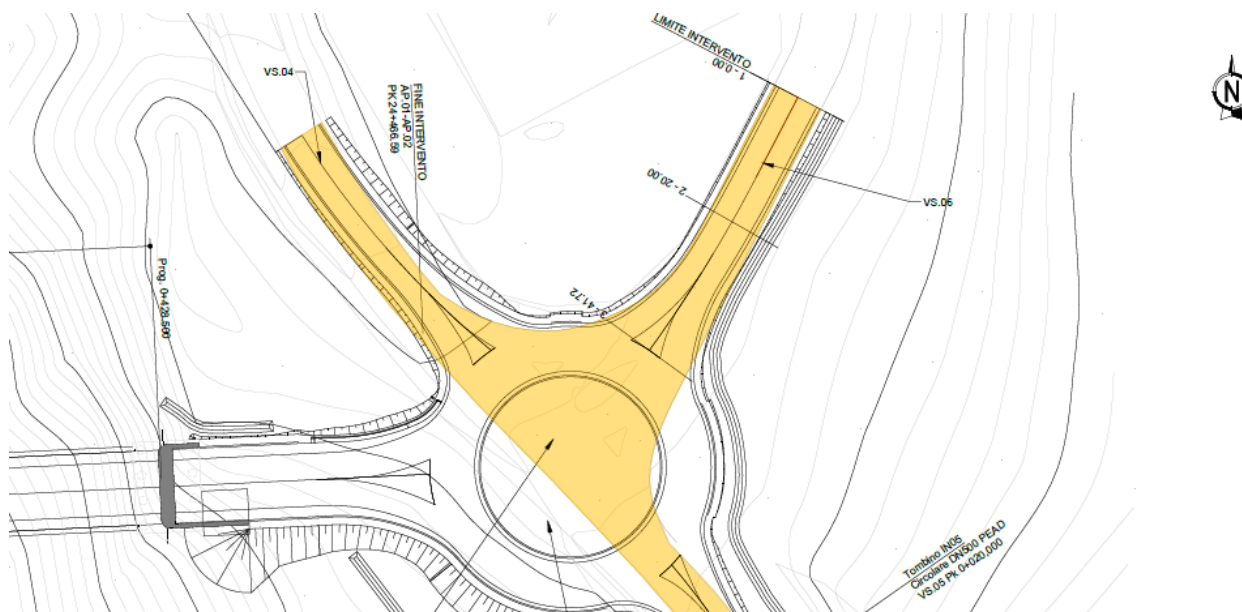
Di seguito si riportano le verifiche plano-altimetriche che si susseguono lungo il tracciato.

CONTROLLO NORMATIVA PLANIMETRICA		Pagina: 1 / 1		
<b>Dati generali asse</b>				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F2 - Locale Extraurbana			
Velocità minima:	40.00			
Velocità massima:	60.00			
✓ 1 Raccordo - N. 1	Raggio: 104.37 Lunghezza: 40.53	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo in funzione della velocità		104.37	44.99	40.00
● Lunghezza minima per una corretta percezione		40.53	26.10	37.59

CONTROLLO NORMATIVA ALTIMETRICA		Pagina: 1 / 1		
<b>Dati generali profilo</b>				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F2 - Locale Extraurbana			
Velocità minima:	40.00 km/h			
Velocità massima:	60.00 km/h			
<hr/>				
✓ 1 Livellotta - N. 1	<b>Pendenza: -5.000%</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		5.000%	10.000%	
<hr/>				
✓ 2 Parabola altimetrica - N. 1	<b>Raggio: 200.00 m Lunghezza: 10.03 m</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		200.00 m	20.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		200.00 m	175.94 m	36.99 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		200.00 m	81.30 m	36.99 km/h
<hr/>				
✓ 3 Livellotta - N. 2	<b>Pendenza: -10.000%</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		10.000%	10.000%	
<hr/>				
⚠ 4 Parabola altimetrica - N. 2	<b>Raggio: 150.00 m Lunghezza: 18.03 m</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		150.00 m	40.00 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		150.00 m	122.12 m	30.82 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		150.00 m	362.08 m	30.82 km/h
<hr/>				
✓ 5 Livellotta - N. 3	<b>Pendenza: 2.000%</b>	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		2.000%	10.000%	

## 7.6 VS.06

La viabilità permette il collegamento dell'area industriale con la rotatoria SV.02 in progetto, lato nord/est.



Di seguito si riportano le verifiche plano-altimetriche che si susseguono lungo il tracciato.

CONTROLLO NORMATIVA PLANIMETRICA		Pagina: 1 / 1		
<b>Dati generali asse</b>				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F2 - Locale Extraurbana			
Velocità minima:	40.00			
Velocità massima:	50.00			
<b>⚠ 1 Rettifilo - N. 1</b> <span style="float: right;"><b>Lunghezza: 12.89</b></span>				
	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Lunghezza minima	12.89	30.00	25.00	
● Lunghezza massima	12.89	550.00	25.00	
<b>⚠ 2 Raccordo - N. 1</b> <span style="float: right;"><b>Raggio: 200.00 Lunghezza: 28.82</b></span>				
	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Raggio minimo in funzione della velocità	200.00	44.99	40.00	
● Lunghezza minima per una corretta percezione	28.82	17.36	25.00	
● Raggio minimo dal rettifilo precedente	200.00	12.89		
● Raccordo senza transizioni				

CONTROLLO NORMATIVA ALTIMETRICA		Pagina: 1 / 1		
<b>Dati generali profilo</b>				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F2 - Locale Extraurbana			
Velocità minima:	40.00 km/h			
Velocità massima:	50.00 km/h			
<b>✓ 1 Livelletta - N. 1</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: 0.250%</b></span>				
	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Pendenza massima	0.250%	10.000%		
<b>✓ 2 Parabola altimetrica - N. 1</b> <span style="float: right;"><b>Raggio: 500.00 m Lunghezza: 8.75 m</b></span>				
	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	500.00 m	40.00 m		
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale	500.00 m	80.38 m	25.00 km/h	
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	500.00 m	0.00 m	25.00 km/h	
<b>✓ 3 Livelletta - N. 2</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: 2.000%</b></span>				
	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Pendenza massima	2.000%	10.000%		

## 8 SOVRASTRUTTURA STRADALE

La configurazione della pavimentazione stradale, adottata per l'asse principale di progetto e per le rampe di svincolo è composta dai seguenti strati:

Strato	Materiale	Spessore [cm]
usura	conglomerato bituminoso	4
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	6
base	conglomerato bituminoso	15
fondazione	misto granulare non legato	30

L'applicazione di modelli verificati attraverso approfondite ed estese indagini può risultare di grande aiuto mantenendo però larghi margini di approssimazione, in particolare per quanto riguarda la composizione del traffico pesante. Infatti, al fine del dimensionamento, risultano fondamentali le sollecitazioni dovute al passaggio degli autocarri, rispetto alle quali possono essere ritenute trascurabili quelle dovute al traffico leggero (autovetture) anche se questo è di gran lunga più elevato come entità numerica. Occorre anche tener presente che i mezzi pesanti esercitano la propria azione in modo diverso a seconda del carico massimo raggiungibile ed in relazione alla distribuzione di tale carico sui differenti assi e ruote. Le sollecitazioni risultano più gravose quando sono ripetute, quando le ruote passano sempre sullo stesso punto; nella realtà ciò non si verifica esattamente, ma in genere si riscontrano dispersioni rispetto alla traiettoria media che dipendono oltre che da fattori soggettivi, dalla larghezza dell'area di impronta, dalla larghezza delle corsie, dai volumi di traffico, etc. Il primo aspetto che occorre considerare è quello di sapere quale è il numero medio di assi na per veicolo pesante.

Il predimensionamento della pavimentazione è stato eseguito mediante l'utilizzo del "Catalogo delle Pavimentazioni Stradali" redatto dal Consiglio Nazionale delle Ricerche. Tale operazione è stata necessaria in quanto i metodi di calcolo adottati in seguito richiedono come dati di ingresso gli spessori dei vari strati della pavimentazione. Si è proceduto ad una prima verifica della sovrastruttura stradale attraverso l'algoritmo di calcolo della "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES" basato sui risultati dell'esperimento AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Tale metodo empirico permette di calcolare, tramite alcune relazioni, che tengono conto delle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti la sovrastruttura, il numero di passaggi di assi standard del peso di 8,2 ton. che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere un grado di ammaloramento, cioè un livello di funzionalità inaccettabile, in relazione alla "Affidabilità" richiesta. Il numero ricavato è stato poi confrontato con il numero di passaggi di assi standard alla fine della "vita utile" calcolati attraverso lo spettro di traffico inserito nel "Catalogo delle Pavimentazioni Stradali".

## 8.1 DATI DI BASE

Di seguito si riportano i principali dati utili al dimensionamento della pavimentazione di progetto:

Dati di progetto	
Tipo di Strada	Stada extraurbana secondaria C1
Intervallo Velocità [km/h]	60-100
TGM [veicoli/giorno]	1 770
Incremento Annuo [%]	2%
Veicoli Commerciali [%]	9%
Mr - modulo resiliente del sottofondo [MPa]	100
Vita Utile [Anni]	30
Tn - Numero di veicoli commerciali transitanti, nell'arco della vita utile	1 415 286

### 8.1.1 Obiettivo

L'obiettivo che ci si prefigge nella progettazione delle sovrastrutture è quello, come si è accennato, di assicurare attraverso normali operazioni di manutenzione un livello minimo di funzionalità per un prefissato lasso di tempo.

È opportuno osservare che il rifacimento dello strato di usura dopo un certo numero di anni è da considerarsi come un intervento manutentivo ordinario e prevedibile al fine di assicurare le necessarie caratteristiche di aderenza nelle pavimentazioni flessibili e semi-rigide.

Poiché, inoltre, le caratteristiche dei materiali utilizzati non si mantengono costanti nel tempo, i carichi sono dispersi per posizione ed entità, ed infine il fenomeno stesso della rottura per fatica risulta essere un fenomeno aleatorio, l'obiettivo deve essere definito in termini probabilistici.

Nel progetto delle pavimentazioni, l'obiettivo si sostanzia, quindi, attraverso la definizione di tre elementi:

- ◆ La vita utile, intesa come il numero di anni durante il quale la pavimentazione deve assicurare, attraverso normali operazioni di manutenzione, condizioni di funzionalità superiori allo stato limite, per il progetto in esame è stata posta pari a 25 anni;
- ◆ Lo stato limite, cioè il livello minimo di funzionalità della sovrastruttura ritenuto accettabile, superato il quale è necessario comunque intervenire, per il metodo empirico il parametro di riferimento è il PSI, per il metodo razionale si fa riferimento alla superficie di area affetta da fessurazione e alla profondità delle ormaie. Per quanto concerne la percentuale di area fessurata limite è stata fissata pari al 10% nelle wheel path e al 50% nella singola corsia, conformemente a quanto prescritto rispettivamente nel "Catalogo italiano delle pavimentazioni (CNR)" e nel metodo empirico - meccanicistico dell'AASHTO 2002, infine il valore limite della profondità media delle ormaie è stata scelta pari a 1,2 cm, il che garantisce livelli di sicurezza accettabili;
- ◆ L'affidabilità, cioè la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l'intera durata della vita utile, per il progetto in esame è stata posta pari al 90%.

### 8.1.2 Traffico commerciale previsto

Il numero di veicoli commerciali transitanti durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica è pari a:

$$T_n = (TGM) \cdot (\%Dir) \cdot (\%Pes) \cdot (N) \cdot (\%Cor\ pes) \cdot [((1+r)^{n-1}) / r]$$

dove:

- TGM = traffico giornaliero medio complessivo bidirezionale [veicoli/giorno];
- %Dir = ripartizione direzionale del TGM [%];
- (% Pes) = percentuale di veicoli commerciali [% TGM];
- (% Cor pes) = percentuale di veicoli commerciali sulla corsia di calcolo [% (%Pes)];
- n = vita utile [anni];
- r = tasso di incremento annuo del traffico [%];
- N = numero di giorni per anno di transito di veicoli commerciali [giorno/anno].

I valori del traffico giornaliero medio complessivo bidirezionale (TGM) e della percentuale di veicoli commerciali (%Pes) sono stati desunti dallo studio di impatto del traffico di cui all' "Analisi trasportistica" svolta nell'ambito del Progetto Definitivo.

Sono stati considerati i valori di TGM e %Pes corrispondenti al massimo traffico giornaliero medio complessivo bidirezionale riferito ai veicoli commerciali:

- TGM = 1 770 veicoli/giorno (Traffico giornaliero medio complessivo bidirezionale);
- %Pes = 9% (Percentuale di veicoli commerciali).

Per la ripartizione direzionale del TGM è stato considerato un valore pari a %Dir = 60%.

Per quanto riguarda la percentuale di veicoli commerciali sulla corsia di calcolo, tenendo conto che la piattaforma di progetto prevede una corsia per senso di marcia, è stato ipotizzato che tutti i veicoli commerciali transitano sulla corsia di marcia, ovvero % Cor pes = 100%.

La vita utile della pavimentazione è stata assunta pari a n=30 anni.

Per quanto riguarda il tasso di incremento annuo del traffico, sulla base dei risultati dell'analisi trasportistica" è stato assunto un tasso di crescita pari a r=2%.

Il numero di giorni per anno di transito veicoli commerciali è stato considerato pari N=365.

Il calcolo del numero di veicoli commerciali T<sub>n</sub> transitanti durante la vita utile della pavimentazione è riportato nella tabella seguente.

Tn (Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica)		
TGM [veicoli/giorno]	1 770	Traffico giornaliero medio complessivo bidirezionale
%Dir	60%	Ripartizione direzionale
%Pes	9%	Percentuale di veicoli commerciali
%Cor pes	100%	Percentuale di veicoli commerciali sulla corsia di calcolo
r	2%	Tasso di incremento annuo del traffico
n [anni]	30	Numero di anni di vita utile
N [giorni / anno]	365	Numero di giorni per anno di transito veicoli commerciali
Tn	1 415 286	

## 8.2 DESCRIZIONE DEL METODO "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES"

Per la verifica della pavimentazione è stato utilizzato il metodo empirico-statistico dell'"AASHTO Guide for Design of Pavement Structures".

Il metodo "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures" è un metodo empirico-statistico, basato cioè su osservazioni sperimentali dei parametri in gioco, i quali sono opportunamente correlati da funzioni di regressione in modo che i legami funzionali siano fisicamente corretti.

Il metodo consente di determinare il numero di assi standard (l'asse standard è l'asse singolo con ruote gemelle da 18 Kpounds = 8,2 t = 80 kN) che la pavimentazione può sopportare raggiungendo un fissato grado di ammaloramento finale (PSIf). Tale valore è funzione di vari parametri, quali caratteristiche meccaniche dei materiali, spessori degli strati, portanza del sottofondo, grado di ammaloramento finale che, per questioni di comfort e sicurezza, la pavimentazione può raggiungere, coefficiente di sicurezza (fissato attraverso l'affidabilità, ovvero la probabilità che la pavimentazione resista al traffico che transita durante la sua vita utile).

Il numero di assi standard deve essere confrontato con il traffico dei veicoli commerciali (massa complessiva  $\geq 3$  t) che si stima passerà durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica (si dimensiona la corsia più carica, non essendo il traffico pesante equiparato tra le corsie).

Poiché il traffico commerciale che transita su strada è costituito da veicoli che si differenziano per numero di assi, carico per asse e tipologia di asse (singolo, tandem e tridem) è necessario determinare il numero di assi standard equivalenti, ovvero il numero di assi standard che determinano lo stesso danno alla pavimentazione provocato dagli assi dei veicoli reali.

Per determinare il numero di assi standard che transiteranno, è necessario stabilire preliminarmente i coefficienti di equivalenza tra ciascun asse reale e quello standard.

Tali coefficienti sono funzione di alcuni parametri, quali caratteristiche meccaniche dei materiali, spessori degli strati, grado di ammaloramento finale (per quanto riguarda la pavimentazione, carico per asse e tipologia di asse) (per quanto riguarda gli assi stessi). Noti i coefficienti di equivalenza di ciascun asse dei veicoli che compongono il traffico reale, bisogna determinare il coefficiente di equivalenza medio, che è funzione della composizione del traffico sulla strada in esame (ovvero dello spettro di traffico, cioè della frequenza relativa dei vari tipi di veicoli).



Infine, per determinare il numero di assi equivalenti che transiteranno sulla corsia più carica occorre moltiplicare il coefficiente di equivalenza medio per il numero di veicoli commerciali che si stima transiteranno durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

Per ottenere il numero di veicoli commerciali che transiteranno sulla corsia più carica della pavimentazione durante la vita utile, bisogna conoscere il TGM (Traffico Giornaliero Medio), la percentuale di veicoli commerciali, la suddivisione del traffico pesante tra le corsie ed il tasso di incremento annuo del traffico.

La verifica consiste nel controllare che il numero di assi standard che la pavimentazione può sopportare sia maggiore del numero di assi equivalenti che transitano durante la vita utile della pavimentazione.

### 8.3 NUMERO DI ASSI STANDARD SOPPORTABILE DALLA PAVIMENTAZIONE

La relazione per il calcolo del traffico sopportabile in termini di assi standard equivalenti da 8,2 t delle pavimentazioni flessibili è la seguente, in cui  $W_{8.2}$  è il numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8,2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione.

$$\text{Log}W_{8,2} = Z_R * S_0 + 9,36 * \log\left(\frac{SN}{2,54} + 1\right) - 0,20 + \frac{\log\left(\frac{PSI_i - PSI_f}{4,2 - 1,5}\right)}{0,40 + \frac{1094}{\left(\frac{SN}{2,54} + 1\right)^{5,19}}} + 2,32 * \text{Log}M_R - 3,056$$

Nel seguito è riportato il significato dei vari parametri della formula ed i relativi valori.

#### ***Z<sub>r</sub>* (valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità R)**

$Z_r$  è il valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità R (che è la probabilità che il numero di ripetizioni di carico  $NT_{max}$  tali che  $PSI=PSI_f$  sia maggiore o uguale al numero di ripetizioni di carico NT realmente applicati alla sovrastruttura).

Per le Strade Extraurbane Principali è consigliato un valore di affidabilità pari a  $R=90\%$  in corrispondenza del quale la variabile standardizzata assume il valore  **$Z_r = -1,282$** .

#### ***S<sub>0</sub>* (deviazione standard)**

$S_0$  è la deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione.

Per le pavimentazioni flessibili assume un valore compreso tra 0,40 e 0,50 quando si tiene conto dell'errore che si commette sia sul traffico sia sulla prestazione prevista per una data pavimentazione.

#### ***PSI (Present Serviceability Index)***

Il parametro PSI (Present Serviceability Index), definisce lo stato limite, ovvero il grado di efficienza della pavimentazione, ed esprime la misura della idoneità di questa ad assicurare la sicurezza della circolazione e le condizioni di confort per gli utenti. Il PSI assume valori numerici compresi tra 0 (strada in pessime condizioni) e 5 (strada in ottime condizioni).

Il grado di efficienza ritenuto generalmente accettabile per le strade Extraurbane Principali, prima che si rendano necessari radicali interventi sulla pavimentazione, è relativo ad un valore PSIf= 2,5.

Per il grado di efficienza iniziale viene assunto un valore PSli= 4,2 poiché si tiene conto delle inevitabili imperfezioni costruttive.

**Mr (modulo resiliente del sottofondo)**

Il modulo resiliente del sottofondo Mr [psi] tiene conto della portanza del sottofondo. Il modulo resiliente è un modulo dinamico che considera il comportamento viscoelastico del materiale costituente il sottofondo. In mancanza di misure dirette, per la determinazione del modulo resiliente può essere utilizzata la seguente correlazione con l'indice CBR:

$$M_r = 1500 \cdot CBR$$

L'indice CBR è correlato al modulo di deformazione Md [MPa] derivante da prove di carico su piastra attraverso la correlazione:

$$CBR=0,2 \cdot M_d$$

È stato adottato un valore del modulo di deformazione Md = 50 MPa (pari al valore minimo prescritto dai capitolati ANAS in corrispondenza del piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato sia in trincea). Il calcolo del modulo resiliente del sottofondo Mr è riportato nella tabella seguente.

<b>Mr (modulo resiliente del sottofondo)</b>		
<b>Md [Mpa]</b>	<b>50</b>	Modulo di deformazione
<b>CBR [%]</b>	<b>10</b>	Indice CBR
<b>Mr [Mpa]</b>	<b>103</b>	Modulo resiliente in Mpa
<b>Mr [psi]</b>	<b>15 000</b>	Modulo resiliente in psi

**SN (structural number)**

Lo structural number (indice strutturale) SN [poll] tiene conto della “resistenza strutturale” della pavimentazione ed è funzione degli spessori degli strati si, della “resistenza” dei materiali impiegati rappresentata, attraverso i “coefficienti strutturali di strato” ai, e della loro sensibilità all'acqua rappresentata attraverso i “coefficienti di drenaggio” mi. L'espressione analitica dello structural number è:

$$SN = s_1 \cdot a_1 \cdot m_1 + s_2 \cdot a_2 \cdot m_2 + \dots + s_n \cdot a_n \cdot m_n$$

Nell'espressione,  $s_1, s_2, \dots, s_n$  sono gli spessori degli strati della pavimentazione,  $a_1, a_2, \dots, a_n$  sono i coefficienti strutturali degli strati,  $m_1, m_2, \dots, m_n$  sono i coefficienti di drenaggio.

Per i coefficienti strutturali ed i coefficienti di drenaggio, i cui valori di riferimento sono desumibili dai nomogrammi dell'AASHTO, sono stati adottati i seguenti valori (corrispondenti a materiali tradizionali):

- $a_{usura} = 0,38$
- $a_{binder} = 0,35$
- $a_{base} = 0,28$
- $a_{misto\ granulare} = 0,10$
  
- $m_{misto\ granulare} = 0.95$

Il calcolo dello structural number SN è riportato nella tabella seguente.

SN (Structural Number)					
strato	materiale	si [cm]	ai	mi	(si · ai · mi) [cm]
usura	conglomerato bituminoso	4	0.38	1	1.52
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	6	0.35	1	2.10
base	conglomerato bituminoso	15	0.28	1	4.20
fondazione	misto granulare	30	0.10	0.95	2.85
		55			
<b>SN [pollici]</b>		<b>4.20</b>		<b>SN [cm]</b>	<b>10.67</b>

Il calcolo numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione, determinato sulla base dei parametri di cui sopra, è riportato nella tabella seguente.

Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione		
<b>R</b>	<b>90%</b>	Affidabilità
<b>Zr</b>	<b>-1.282</b>	Valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità R
<b>So</b>	<b>0.45</b>	Deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione
<b>SN [pollici]</b>	<b>4.20</b>	Structural Number
<b>PSI i</b>	<b>4.20</b>	Grado di efficienza iniziale della pavimentazione
<b>PSI f</b>	<b>2.50</b>	Grado di efficienza finale della pavimentazione
<b>Mr [psi]</b>	<b>15 000</b>	Modulo resiliente del sottofondo
<b>LogW8.2</b>	<b>7.21</b>	
<b>W8.2</b>	<b>16 397 428</b>	Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)

## 8.4 NUMERO DI ASSI EQUIVALENTI PREVISTI NELL'ARCO DELLA VITA UTILE DELLA PAVIMENTAZIONE

### 8.4.1 Traffico commerciale in assi standard

Nota il numero di veicoli commerciali transitanti sulla corsia di calcolo al termine della vita utile, per il calcolo del numero di assi standard equivalenti (18 Kpounds = 8,2 t = 80 kN) agli assi reali (traffico commerciale previsto), sono state prese in considerazione le tipologie di veicoli che costituiscono il parco veicolare commerciale in Italia e gli spettri di traffico prevedibili sulle strade italiane (ovvero la frequenza relativa di ciascun tipo di veicolo) desunti dal Catalogo delle pavimentazioni stradali (B.U. CNR n. 178 del 15/09/1995) e riportati nelle tabelle seguenti.

Tipi di veicoli commerciali, numero di assi e distribuzione dei carichi per asse

Tipo Veicolo	N° Assi			Distribuzione dei carichi per asse o set di assi			
	S	T	Td				
1) AUTOCARRI LEGGERI	2			↓10	↓20		
2) AUTOCARRI LEGGERI	2			↓15	↓30		
3) AUTOCARRI MEDI E PESANTI	2			↓40	↓80		
4) AUTOCARRI MEDI E PESANTI	2			↓50	↓110		
5) AUTOCARRI PESANTI	1	2		↓40	↓↓80÷80		
6) AUTOCARRI PESANTI	1	2		↓60	↓↓100÷100		
7) AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	4			↓40	↓90	↓80	↓80
8) AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	4			↓60	↓100	↓100	↓100
9) AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	1	2		↓40	↓↓80÷80		↓↓80÷80
10) AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	1	2		↓60	↓↓90÷90		↓↓100÷100
11) AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	2		1	↓40	↓100		↓↓↓80÷80÷80
12) AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	2		1	↓60	↓110		↓↓↓90÷90÷90
13) MEZZI D'OPERA	2		1	↓50	↓120		↓↓↓130÷130÷130
14) AUTOBUS	2			↓40	↓80		
15) AUTOBUS	2			↓60	↓100		
16) AUTOBUS	2			↓50	↓80		

**S = asse standard**  
**T = asse tandem**  
**Td = asse tridem**

Tipici spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada

Tipo di strada	Tipo di veicolo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1) Autostrada extraurbana	12,2	--	24,4	14,6	2,4	12,2	2,4	4,9	2,4	4,9	2,4	4,9	0,1	--	--	12,2
2) Autostrada urbana	18,2	18,2	16,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,8	18,2	27,3	--

Tipici spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada

Tipo di strada	Tipo di veicolo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3) Autostrada extraurbana	12,2	--	24,4	14,6	2,4	12,2	2,4	4,9	2,4	4,9	2,4	4,9	0,1	--	--	12,2
4) Autostrada urbana	18,2	18,2	16,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,8	18,2	27,3	--

Tipo di strada	Tipo di veicolo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5) Strade extr. principali e secondarie a forte traffico	--	13,1	39,5	10,5	7,9	2,6	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,6	0,5	--	--	10,5
6) Strade extr. secondarie ordinarie	--	--	58,8	29,4	--	5,9	--	2,8	--	--	--	--	0,2	--	--	2,9
7) Strade extr. secondarie turistiche	24,5	--	40,8	16,3	--	4,15	--	2	--	--	--	--	0,05	--	--	12,2
8) Strade urbane di scorrimento	18,2	18,2	16,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,6	18,2	27,3	--
9) Strade urbane di quartiere e locali	80	--	-	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	20	--	--
10) Corsie Preferenziali	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	47	53	--

Utilizzando il criterio definito dall'AASHTO, il numero di veicoli commerciali transitanti durante la vita utile può essere convertito in assi standard attraverso la relazione:

$$N_{8,2} = T_n \cdot C_{SN}$$

dove:

- $N_{8,2}$  = numero di veicoli commerciali transitanti durante la vita utile espressi in assi standard da 8,2 t;
- $T_n$  = numero di veicoli commerciali transitanti durante la vita utile della pavimentazione;
- $C_{SN}$  = coefficiente di equivalenza dello spettro di traffico.

Il coefficiente di equivalenza tra il generico asse reale  $i$ -esimo, caratterizzato da un peso  $P_i$  e da una tipologia  $T_i$  è dato da:

$$C_{SNi} = C_{SN}(P_i, T_i, PSIf) = 10^{-\{4,79 \cdot [\log(18+1) - \log(0,225 \cdot P_i + T_i)] + 4,33 \cdot \log T_i + \frac{G}{Bi} - \frac{G}{B^*}\}}$$

dove:

$$G = \log \frac{PSIf - PSIf}{2,7} \quad Bi = 0,40 + \frac{0,081 \cdot (0,225 \cdot P_i + T_i)^{3,23}}{\left(\frac{SN}{2,54} + 1\right)^{5,19} \cdot T_i^{3,23}}$$

- $C_{SN}(P_i, T_i, PSIf)$  = coefficiente di equivalenza tra l'asse  $i$ -esimo e l'asse singolo standard da 8,2 t = 80 kN;
- $P_i$  = peso complessivo dell'asse o set di assi (singolo, tandem o tridem) [kN];
- $T_i$  = tipologia dell'asse e assume il valore 1 per assi singoli, 2 per assi tandem e 3 per assi tridem;
- $B^*$  = valore che assume  $Bi$  per l'asse singolo da 8,2 t = 80 kN;

- SN = indice strutturale =  $\sum_i s_i \cdot a_i \cdot m_i$  [cm].

Pertanto, detta  $n_i$  la percentuale, in termini assoluti, relativa del veicolo  $i$ -esimo nello spettro considerato, il coefficiente di equivalenza CSN dello spettro di traffico è dato da:

$$C_{SN} = \sum_i (C_{SNi} \cdot n_i / 100)$$

Adottando lo spettro di traffico corrispondente alle Strade extraurbane principali (tipo di strada 3), si ottiene un coefficiente di equivalenza pari a **CNS=1,65**. Il dettaglio del calcolo è riportato nella tabella seguente.

**PROGETTO DEFINITIVO**

Determinazione del coefficiente di equivalenza tra assi reali ed assi da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sulla base dello spettro di traffico relativo alle Strade Extraurbane Principali riportato nel "Catalogo delle pavimentazioni stradali - BU CNR N.78 del 15/09/1995"										
SN [cm]	PSI in	PSI fin								
10.47	4.2	2.5								
Tipo Veicolo	ni	Pi (kN)	Ti	Bi	G	B*	A	CSNi	CSNi * (ni/100)	
Autocarri leggeri	1	10	1	0.401	-0.201	0.497	3.576	0.000	0.000	
	1	20	1	0.404	-0.201	0.497	2.486	0.003	0.000	
	2	15	1	0.402	-0.201	0.497	2.959	0.001	0.000	
Autocarri medie pesanti	2	30	1	0.413	-0.201	0.497	1.783	0.016	0.002	
	3	40	1	0.429	-0.201	0.497	1.271	0.054	0.021	
	3	80	1	0.628	-0.201	0.497	0.084	0.824	0.325	
Autocarri pesanti	4	50	1	0.455	-0.201	0.497	0.876	0.133	0.014	
	4	110	1	1.008	-0.201	0.497	-0.427	2.675	0.281	
	5	40	1	0.429	-0.201	0.497	1.271	0.054	0.004	
Autocarri pesanti	5	160	2	0.628	-0.201	0.497	-0.054	1.133	0.090	
	6	60	1	0.495	-0.201	0.497	0.561	0.275	0.007	
	6	200	2	0.853	-0.201	0.497	-0.412	2.582	0.067	
Autotreni e autoarticolati	7	40	1	0.429	-0.201	0.497	1.271	0.054	0.001	
	7	90	1	0.727	-0.201	0.497	-0.105	1.273	0.033	
	7	80	1	0.628	-0.201	0.497	0.084	0.824	0.021	
	7	80	1	0.628	-0.201	0.497	0.084	0.824	0.021	
	8	60	1	0.495	-0.201	0.497	0.561	0.275	0.007	
	8	100	1	0.853	-0.201	0.497	-0.274	1.877	0.047	
	8	100	1	0.853	-0.201	0.497	-0.274	1.877	0.047	
	8	100	1	0.853	-0.201	0.497	-0.274	1.877	0.047	
	8	100	1	0.853	-0.201	0.497	-0.274	1.877	0.047	
	8	100	1	0.853	-0.201	0.497	-0.274	1.877	0.047	
	9	160	2	0.628	-0.201	0.497	-0.054	1.133	0.029	
	10	60	1	0.495	-0.201	0.497	0.561	0.275	0.007	
	10	180	2	0.727	-0.201	0.497	-0.243	1.751	0.044	
	10	200	2	0.853	-0.201	0.497	-0.412	2.582	0.065	
	11	40	1	0.429	-0.201	0.497	1.271	0.054	0.001	
	11	100	1	0.853	-0.201	0.497	-0.274	1.877	0.049	
11	240	3	0.628	-0.201	0.497	-0.135	1.365	0.035		
12	60	1	0.495	-0.201	0.497	0.561	0.275	0.007		
12	110	1	1.008	-0.201	0.497	-0.427	2.675	0.070		
12	270	3	0.727	-0.201	0.497	-0.324	2.110	0.055		
Mezzi d'opera	13	50	1	0.455	-0.201	0.497	0.876	0.133	0.001	
	13	120	1	1.197	-0.201	0.497	-0.570	3.717	0.019	
	13	390	3	1.423	-0.201	0.497	-0.924	8.391	0.042	
Autobus	14	40	1	0.429	-0.201	0.497	1.271	0.054	0.000	
	14	80	1	0.628	-0.201	0.497	0.084	0.824	0.000	
	15	60	1	0.495	-0.201	0.497	0.561	0.275	0.000	
	15	100	1	0.853	-0.201	0.497	-0.274	1.877	0.000	
	16	50	1	0.455	-0.201	0.497	0.876	0.133	0.014	
	16	80	1	0.628	-0.201	0.497	0.084	0.824	0.086	
								CSN	1.65	

Il calcolo numero di veicoli commerciali in assi standard da 8,2 t transitanti durante la vita utile ( $N_{8,2} = T_n \cdot CSN$ ) è riportato nella tabella seguente.

Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)		
CSN	1.69	Coefficiente di equivalenza tra assi reali ed assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)
Tn	1 415 286	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica
N8.2	2 392 412	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)

### 8.5 VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE

La verifica della pavimentazione consiste nel verificare che il numero di assi standard transitanti durante la vita utile della pavimentazione (N8,2) risulti inferiore al numero di assi standard supportabili dalla pavimentazione (W8,2).

Dalla tabella riportata di seguito si evince che, essendo  $N8,2 < W8,2$  la verifica della pavimentazione è soddisfatta.

Verifica della pavimentazione	
N8.2	2 392 412 Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 to 80 KN)
W8.2	16 397 428 Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 to 80 KN) supportabile dalla pavimentazione
Esito	<b>VERIFICATO</b>
W8.2 / N8.2	6.85
(W8.2 - N8.2) / N8.2	585%



## 9 DISPOSITIVI DI RITENUTA

Lungo i margini stradali è stata prevista l'installazione di barriere di sicurezza longitudinali allo scopo di realizzare accettabili condizioni di sicurezza, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale. La scelta delle barriere (caratterizzata da una certa classe alla quale è associato un determinato livello di contenimento) è avvenuta coerentemente alle prescrizioni normative contenute nel D.M. 21/06/2004 (Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali), ovvero in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera.

I dispositivi di ritenuta sono stati definiti tenendo conto del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223, così come modificato dal D.M. 3.6.1998, dal D.M. 21.6.2004 e dal D.M. 28.6.2011, ed alle prescrizioni di cui al D.M. 28.6.2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale". Inoltre, sono state prese in considerazione le indicazioni contenute nella Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.7.2010 n. 62032 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".

### 9.1 PRESCRIZIONI NORMATIVE

Il D.M. 2367 del 21/06/2004 fornisce la classe minima da adottare per le barriere di sicurezza per le diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico (cfr. par. 7.2) e del tipo di strada, come riportato nella tabella successiva.

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte <sup>(1)</sup>
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 <sup>(2)</sup>	H2-H3 <sup>(2)</sup>	H3-H4 <sup>(2)</sup>
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

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

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

Le prescrizioni di cui alla tabella precedente sono valide per l'asse stradale e per le zone di svincolo.

La destinazione "Barriere bordo ponte" si riferisce solo ad "opere di luce superiore a 10 metri"; per luci minori sono equiparate al bordo laterale", indipendentemente dalla loro altezza sul piano campagna. Come chiarito dalla Circolare 62032/2010, i muri di sostegno, che sono evidentemente opere di luce nulla, sono pertanto da equiparare anch'essi al bordo laterale, indipendentemente dall'altezza sul piano campagna e dalla loro estensione. In ogni caso i muri e le opere d'arte, indipendentemente dalla loro luce e dalla loro altezza sul piano campagna, devono essere sempre protetti con barriere di classe non inferiore ad H2.

Si evidenzia che il criterio definito dalla norma si riferisce alla luce dell'opera e non alla lunghezza dell'eventuale cordolo soprastante, che può interessare anche eventuali muri andatori. Nel caso in cui la barriera sia da installare su cordolo in cemento armato, la tipologia di barriera dovrà essere del tipo "da bordo opera d'arte" sebbene della classe corrispondente al bordo laterale, quindi già provata su cordolo in cemento

armato (non una barriera provata su terra, installata successivamente su cordolo in cemento armato, circostanza che ne modificherebbe in modo sostanziale il funzionamento).

Il D.M. 21/06/2004 non prevede invece l'obbligo di protezione nel caso di sezione in trincea o di muri di controripa. In queste situazioni occorre valutare, caso per caso, le situazioni in cui risulti preferibile l'aggiunta di una protezione anche in considerazione della eventuale presenza di ostacoli (pali della luce, strutture di segnaletica non cedevoli, pile da ponte etc). Analogamente non sono prescritte specifiche protezioni per le sezioni in galleria dove il profilo redirettivo richiesto dal D.M. 6792 del 05/11/2001 e s.m.i., per le gallerie realizzate su strade nuove, rappresenta, nella configurazione riportata, una mera configurazione geometrica dell'elemento marginale e non una barriera omologata o provata conformemente alle norme della serie UNI EN 1317. Viceversa, la sezione iniziale di una galleria o di un muro di controripa, se non opportunamente sagomata (per evitare il possibile urto frontale), dovrà essere protetta ai sensi dell'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21/06/2004.

Tali condizioni rappresentano le minime ammesse dalla norma e, come richiamato dall'art. 6 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21/06/2004, "ove reputato necessario, il progettista potrà utilizzare dispositivi della classe superiore a quella minima indicata". Per quanto attiene agli attenuatori d'urto testati ai sensi della norma EN1317-3 il D.M. 21/06/2004 prevede l'obbligo di impiego di questo tipo di dispositivi nel caso in cui sia presente l'inizio delle barriere in corrispondenza di cuspidi con la sola eccezione di cuspidi tra rampe percorse a velocità < 40 km/h.

Per quanto attiene ai terminali speciali testati ai sensi della norma ENV1317-4, che il D.M. 21/06/2004 ammette di utilizzare, laddove ritenuto necessario, in sostituzione dei terminali semplici, non testati ma progettati in modo da minimizzare il rischio di urto frontale contro l'elemento terminale, questi, se impiegati, dovranno essere di classe non inferiore alla minima della tabella seguente.

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe dei terminali
Con velocità $V > 130$ km/h	P3
Con velocità $90 \leq V < 130$ km/h	P2
Con velocità $V < 90$ km/h	P1

Il D.M. 223/1992 e s.m.i. si applica solo alle strade ad uso pubblico extraurbane ed urbane che hanno velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h. Sono espressamente escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h.

## 9.2 DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI TRAFFICO E DELLE CLASSI MINIME DELLE BARRIERE DA IMPIEGARE

Per la definizione delle classi di barriere da adottare in progetto risulta necessario, secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, definire, oltre alla classe funzionale ed alla destinazione delle protezioni (bordo rilevato e bordo ponte), la classe di traffico a cui appartiene la strada oggetto di progettazione.

La classe di traffico si definisce in funzione del Traffico Giornaliero Medio (TGM) bidirezionale (o totale ma monodirezionale nel caso di tratti a senso unico di marcia) e della percentuale di veicoli pesanti (di massa > 3.5 t), secondo lo schema della tabella seguente.

Tipo di traffico	TGM bidirezionale	% pes
I	≤ 1000	qualunque
	> 1000	%pes ≤ 5
II	> 1000	5 < %pes ≤ 15
III	> 1000	%pes > 15

Sulla base di tale livello di traffico ipotizzato ed in funzione del tipo di strada (Strada Extraurbana Principale-Cat.C1), il D.M. 21/06/2004 individua le seguenti classi minime di barriere da impiegare:

<b>Barriere bordo laterale</b>
H2

## 9.3 BARRIERE LONGITUDINALI PREVISTE IN PROGETTO

### 9.3.1 Tipologia e classe

Sulla base della classe di traffico, delle indicazioni e prescrizioni normative, delle caratteristiche del corpo stradale e delle condizioni geometriche e vincoli esistenti, il progetto delle barriere longitudinali ha previsto l'impiego della classe e tipologia seguente:

- Barriera metallica classe H2 bordo laterale;

I parametri associati alle barriere previste in progetto sono adeguati alle caratteristiche di almeno due barriere installabili secondo normativa presenti sul mercato.

In particolare, la larghezza operativa ("distanza tra la posizione iniziale del fronte del sistema di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema", ovvero posizione laterale estrema del dispositivo durante l'urto in condizioni dinamiche valutata dal fronte del dispositivo) è stata scelta, in funzione delle condizioni di installazione, al fine di assicurare un corretto comportamento dei dispositivi.

La classe di larghezza operativa normalizzata prevista per le barriere di classe H2 bordo laterale è compatibile con il corretto funzionamento in corrispondenza delle modalità di installazione previste in progetto:

- installazione su arginello: la posizione laterale estrema del dispositivo durante l'urto in condizioni dinamiche ( $W$  al massimo pari a 1,3 m) è contenuta nella larghezza dell'arginello (di larghezza pari a 1.30 m);

I dispositivi di ritenuta che possono essere impiegati su strada ai sensi del decreto ministeriale 18 febbraio 1992 n. 223, in tutte le procedure di affidamento avviate successivamente al 20.8.2007, sono:

- ◆ dispositivi omologati ai sensi del decreto ministeriale 21.6.2004;
- ◆ dispositivi che hanno ottenuto la marcatura CE ai sensi della norma UNI EN 1317-5;
- ◆ dispositivi rispondenti alle norme UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4 in quanto dotati di rapporti di prova eseguiti con le modalità suddette.

L'impiego di dispositivi che hanno ottenuto la marcatura CE ai sensi della norma UNI EN 1317-5 è subordinato alla verifica, da parte degli Enti Appaltanti, di rispondenza alle norme UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4, qualora ciò non sia espressamente indicato nei rapporti rilasciati da campi prova certificati secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Il produttore dovrà fornire copia dei rapporti di prova, del progetto del dispositivo e del manuale di uso per consentire di valutare tramite, i disegni e le indicazioni in essi contenuti, le corrette modalità di installazione in opera: detti rapporti dovranno anche contenere le caratteristiche dei materiali con cui è stato realizzato il dispositivo su cui sono state effettuate le prove ai sensi delle norme della serie UNI EN 1317.

Con riferimento alle prescrizioni contenute nel D.M. 01/04/2019 "Dispositivi di sicurezza per i motociclisti (DSM)", si rileva che per l'asse principale non vi sono raggi che obbligano l'applicazione del DSM, mentre per gli svincoli, in corrispondenza dei tratti di rampa con raggi di curvatura inferiori a 250 m, in conformità alle prescrizioni normative, si è ritenuto opportuno applicarli.

L'applicazione dei DSM può avvenire tramite profilo salva motociclista aggiunto su barriere discontinue certificate (l'installazione del profilo comporta una modifica di prodotto), oppure attraverso l'installazione di barriere certificate già dotate di DSM. L'eventuale adozione di barriere tipo Anas (tutte dotate di DSM) garantisce, in ogni caso, nei confronti della protezione dei motociclisti.

### 9.3.2 Sviluppo delle barriere di sicurezza

Al fine di consentire un corretto funzionamento delle barriere, il D.M. 21/06/2004 prevede che si estenda la protezione con una barriera della medesima classe per uno sviluppo sufficiente a garantire che la barriera funzioni opportunamente nel punto di inizio e di fine del tratto da proteggere. A monte del primo punto in cui la protezione deve esplicitare il suo pieno funzionamento è stato pertanto previsto un tratto di barriera denominato "ala prima" e, analogamente, a valle è stata prevista una "ala dopo". Entrambe le "ali" sono caratterizzate dal medesimo livello di contenimento della barriera previsto nel tratto da proteggere. Per quanto attiene allo sviluppo delle "ali" il D.M. 21/06/2004 prevede che *"Le protezioni dovranno in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa due terzi prima dell'ostacolo, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione, salvo diversa prescrizione del progettista secondo i criteri indicati nell'art. 6."* La circolare 62032/2010 chiarisce altresì che *"l'estensione minima pari a quella indicata nel certificato di omologazione ha valore prescrittivo mentre il posizionamento di due terzi prima ha carattere indicativo. Il progettista può stabilire lo sviluppo di barriera da porre a monte dell'ostacolo, tenendo conto delle modalità con cui sono state effettuate le prove sulla barriera per l'omologazione e della morfologia della strada. Nelle strade a doppio senso di marcia, dove non è possibile individuare il tratto "prima dell'ostacolo", le*

*medesime protezioni andranno realizzate da entrambi i lati dell'ostacolo, fermo restando il vincolo dell'estensione minima di barriera da installare. Nelle strade a senso unico di marcia la barriera dovrà in tutti i casi essere estesa oltre l'ultimo punto da proteggere, in modo da assicurare che le condizioni di funzionamento siano soddisfacenti in tutto il tratto di interesse."*

Per quanto attiene alla distanza tra il punto d'urto e l'elemento iniziale della barriera la norma EN1317-2 prevede che l'urto avvenga in un punto a circa un terzo della lunghezza della barriera di sicurezza dall'estremità di avvicinamento. Pertanto, la misura di "ala prima" strettamente necessaria è stimabile in 1/3 della lunghezza minima di funzionamento ( $L_f$ ).

Nel presente progetto sono state pertanto adottate le seguenti misure per le "ali":

- "ala prima" di un'opera d'arte su rampe monodirezionali:  $L_1=2/3 L_f$  come da raccomandazione del D.M. 21/06/2004;
- "ala dopo" di un'opera d'arte su rampe monodirezionali:  $L_2=1/3 L_f$ ;
- "ala prima" ed "ala dopo" su asse principale e rampe bidirezionali:  $L_1=L_2=1/3 L_f$  come da EN 1317-2;
- "ala prima" ed "ala dopo" il punto in cui è previsto il cambio di classe di una barriera (ad esempio il punto in cui cessa l'esigenza di avere una barriera di classe H3 sul bordo laterale dell'asse e si può passare all'H2):  $L_1=L_2=1/3 L_f$  come da EN 1317-2;
- "ala prima" ed "ala dopo" i punti di inizio e fine del tratto in cui la barriera posta a protezione degli ostacoli isolati deve esplicitare il suo pieno funzionamento  $L_1=L_2=1/3 L_f$  come da EN 1317-2.

Il valore di  $L_f$  (lunghezza di funzionamento) è stato adottato in progetto pari a 90 m in modo concorde con la quasi totalità delle lunghezze di crash test effettuate nei campi prova per la certificazione. Nel caso in cui la barriera in fornitura abbia una lunghezza minima di funzionamento ( $L_f$ ) maggiore di 90 m, le previsioni progettuali dovranno essere adattate al valore di  $L_f$  e, di conseguenza, di  $L_1$  ( $=2/3 L_f$ ) e di  $L_2$  ( $=1/3 L_f$ ), della barriera che si intende installare.

Secondo l'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al del D.M. 21.6.2004, lo sviluppo complessivo della barriera installata non deve essere comunque inferiore alla lunghezza di funzionamento ( $L_f$ ).

L'art. 6 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004 prevede che, laddove non sia possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata (per esempio ponti o ponticelli aventi lunghezze in alcuni casi sensibilmente inferiori all'estensione minima del dispositivo) sarà possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento (o di classe ridotta - H3 - nel caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4) garantendo inoltre la continuità strutturale. L'estensione minima che il tratto di dispositivo "misto" dovrà raggiungere sarà costituita dalla maggiore delle lunghezze di funzionamento dei due tipi di dispositivo da impiegare. Ovviamente il riferimento all'estensione delle opere d'arte implica che il "non sia possibile" vada inteso non in senso assoluto ma relativamente allo stato dei luoghi previsto in progetto senza necessità di prevedere opere aggiuntive come la realizzazione di appositi cordoli su rilevato per l'installazione delle barriere di sicurezza del tipo "da bordo opera d'arte" sull'intera estesa della lunghezza minima di

funzionamento. Nel caso di dispositivi “misti” l’estensione di “ala” necessaria a garantire nel complesso la  $L_f$  non dovrà essere intesa come una barriera a sé stante (che a sua volta richiederebbe una lunghezza minima di  $L_f$ ) ma come parte del sistema misto che nel suo complesso deve garantire la lunghezza minima di funzionamento maggiore tra quelle dei dispositivi da installare.

Per realizzare un dispositivo “misto” la barriera bordo opera d’arte e la barriera da bordo laterale devono garantire la continuità strutturale degli elementi longitudinali. Si considerano elementi longitudinali strutturalmente “resistenti” la lama principale a tripla onda, l’eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale, ed i profilati aventi funzione strutturale. Non sono considerati elementi strutturali “resistenti” i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento ed i correnti inferiori pararuota. La continuità degli elementi longitudinali delle 2 barriere può essere garantita anche se questi sono installati ad altezze leggermente diverse.

## 9.4 ELEMENTI DI PROTEZIONE COMPLEMENTARE

Nell’ambito del progetto sono stati previsti i seguenti elementi di protezione complementare:

### Terminali

Qualsiasi interruzione della continuità longitudinale delle barriere esposte al flusso di traffico dovrà essere dotata di un sistema terminale che prevenga, per quanto possibile, l’urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera.

I terminali semplici di cui sopra non sono parte del sistema testato ai sensi della norma EN1317-2 e sono dispositivi diversi dagli eventuali sistemi di ancoraggio che possono essere presenti durante il crash che, non essendo testati rispetto ad eventuali urti frontali, non garantiscono alcun livello di sicurezza come elementi terminali installati su strada.

In particolare, si definisce terminale semplice il tratto di barriera al suo inizio e quello alla sua fine (che spesso sono diversi) riportate nei disegni delle omologazioni o dei rapporti di prova delle diverse soluzioni; si tratta in genere di interramenti e deviazioni della parte terminale d’inizio, combinate o meno tra loro, senza ancoraggi speciali.

I terminali di inizio e fine vanno previsti in zone della strada dove la loro presenza non generi problemi in caso d’urto (non causi cioè fuoriuscite pericolose, urti su oggetti esterni o simili) per questo motivo le barriere poste su rilevato devono iniziare e finire all’interno delle trincee ad esso adiacenti e terminare a terra e/o deviando sulla parete della trincea.

## 10 SEGNALETICA

Il progetto della segnaletica orizzontale e verticale è stato sviluppato coerentemente alle prescrizioni contenute nel “Nuovo Codice della Strada D.L. n. 285 del 30/04/1992” (Artt. 38, 39, 40, 41, 42) e nel “Regolamento d’esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. n. 495 del 16/12/1992”.

Allo scopo di consentire una buona leggibilità del tracciato in tutte le condizioni climatiche e di visibilità e garantire informazioni utili per l’attività di guida, il progetto della segnaletica orizzontale e verticale è stato redatto in modo da rispondere ai seguenti requisiti:

- congruenza con la situazione stradale che si vuole descrivere;
- coerenza sul medesimo itinerario;
- omogeneità sul medesimo itinerario.

Si precisa che la segnaletica sarà concordata con l’Ente gestore della viabilità in oggetto, per cui essa potrà essere modificata rispetto al progetto sviluppato.

Per i dettagli riguardanti la configurazione della segnaletica orizzontale ed il tipo ed ubicazione della segnaletica verticale, si rimanda agli specifici elaborati.