



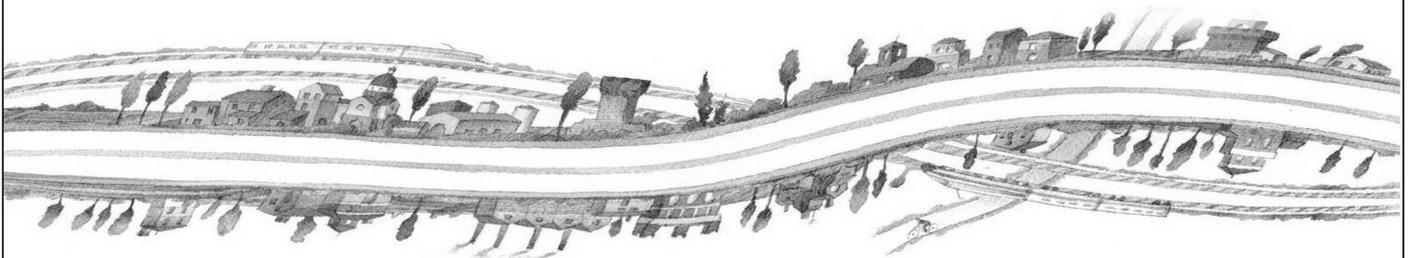
# AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B0800060009

## PROGETTO DEFINITIVO

ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE)

PROGETTAZIONE STRADALE  
VIABILITA' INTERFERITA  
V06 - SOTTOVIA S.C. SILTATA  
RELAZIONE TECNICA DEL TRACCIATO



**IL PROGETTISTA**

PIACENTINI INGEGNERI S.r.l.  
Ing. Luca Piacentini  
Albo Ing. Bologna n° 4152



**RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**

Ing. Emilio Salsi  
Albo Ing. Reggio Emilia n° 945



**IL CONCESSIONARIO**

Autostrada Regionale  
Cispadana S.p.A.  
IL PRESIDENTE  
Graziano Pattuzzi

G					
F					
E					
D					
C					
B					
A	17.04.2012	Emissione		Manfredini	Piacentini Salsi
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

DATA: MAGGIO 2012

NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.
1577	PD	0	V06	VCS06	0	SD	RT	01	A

SCALA: -

## INDICE

<b>1.</b>	<b>GENERALITÀ.....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>RIFERIMENTI.....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>CRITERI DI PROGETTAZIONE STRADALE .....</b>	<b>4</b>
3.1.	SEZIONE STRADALE TIPO .....	4
3.2.	SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA .....	6
3.3.	VELOCITA' DI PROGETTO .....	8
<b>4.</b>	<b>GEOMETRIA DELL'ASSE STRADALE - ANDAMENTO PLANIMETRICO .....</b>	<b>8</b>
4.1.	RETTIFILI .....	9
<b>5.</b>	<b>VERIFICHE DI VISIBILITA' .....</b>	<b>10</b>
5.1.	CRITERI PER L'ESECUZIONE DELLE VERIFICHE DI VISIBILITA'.....	10
5.2.	DISTANZA DI VISIBILITA' PER L'ARRESTO .....	11
<b>6.</b>	<b>GEOMETRIA DELL'ASSE STRADALE - ANDAMENTO ALTIMETRICO.....</b>	<b>15</b>
6.1.	CRITERI USATI PER LA COSTRUZIONE DEL PROFILO ALTIMETRICO .....	15
6.2.	ANDAMENTO ALTIMETRICO .....	17
6.3.	VERIFICHE ALTIMETRICHE .....	19
<b>7.</b>	<b>DIAGRAMMA DI VELOCITA' .....</b>	<b>20</b>

## 1. GENERALITÀ

Nel presente elaborato viene descritto nel dettaglio il nuovo asse stradale col quale, la strada comunale Siltata, sottopasserà la Nuova Autostrada Regionale Cispadana.

Tale strada comunale interferisce con l'infrastruttura di progetto alla progressiva pk 5 + 856,35 km ed è situata nelle vicinanze del comune di Novi di Modena; è una viabilità che serve il collegamento tra le aree a Nord e quelle al Sud della Autostrada Cispadana, in particolare collegherà Via Valle Bassa a Via Argine dei Mori.

Nell'area di interferenza la autostrada di progetto è in rilevato rispetto al piano campagna circostante, tale collocazione altimetrica ha comportato la necessità di realizzare alcune opere d'arte quali:

- Sottovia d'attraversamento a sezione scatolare;
- Opere di sostegno del terreno mediante muri ad U;

Complessivamente quindi il l'intervento si compone di un sottovia scatolare in corrispondenza dell'intersezione con la Nuova Autostrada regionale Cispadana, muri ad U lungo le rampe di immissione nel sottovia e relative opere di ricucitura e continuità.

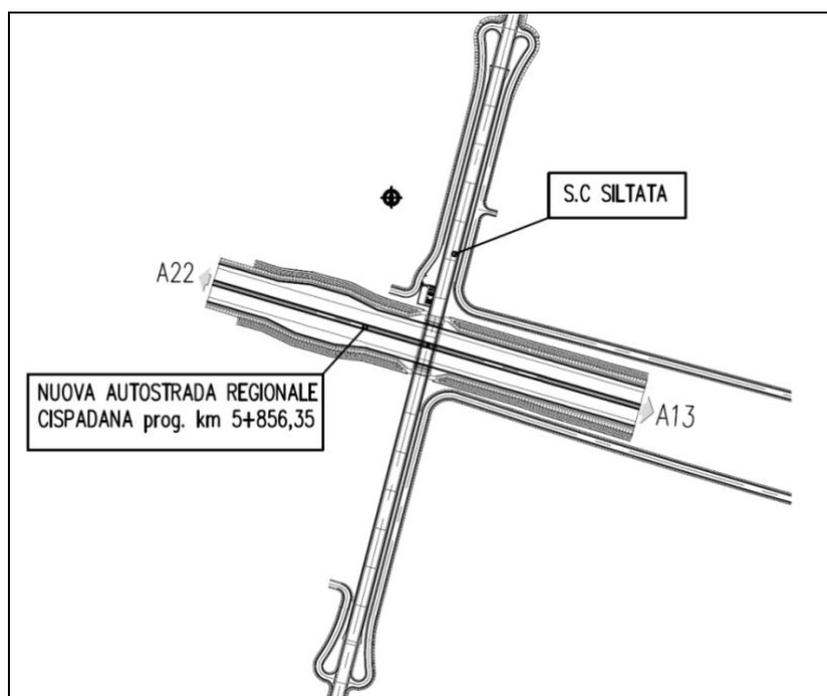


FIGURA 1-1 – SCHEMA PLANIMETRICO DELLA INTERFERENZA TRA AUTOSTRADA E S.C. SILTATA

## **2. RIFERIMENTI**

---

Si è inoltre fatto riferimento agli elaborati:

- " Elenco delle normative di riferimento" PD\_0\_000\_00000\_GE\_KT\_01\_A;
- " Tabella materiali e classi di esposizione calcestruzzo" PD\_0\_000\_00000\_GE\_TB\_01\_A;
- " Vita utile e classi d'uso delle opere" PD\_0\_000\_00000\_GE\_KT\_02\_A.

### 3. CRITERI DI PROGETTAZIONE STRADALE

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha emanato in data 5 novembre 2001 le “Norme funzionali geometriche per la costruzione delle strade” con le quali si sono definiti nuovi criteri per la definizione e la progettazione delle caratteristiche plano-altimetriche delle strade.

Lo stesso Ministero delle Infrastruttura e dei Trasporti ha emanato in data 22 aprile 2004 la “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»” con il quale viene dichiarata la applicabilità del DM 05/11/2001 solo alle strade di nuova costruzione. Ne risulta quindi che nel caso di adeguamento di strade esistenti, come nel caso in esame, la normativa del 2001 risulta solamente di riferimento purchè venga dimostrato che la nuova viabilità in progetto produca un miglioramento funzionale della circolazione nonché un innalzamento del livello di sicurezza.

#### 3.1. SEZIONE STRADALE TIPO

Con riferimento a quanto previsto dalla classificazione funzionale delle strade (D.M. 5/11/2001), la viabilità in oggetto è classificata come appartenente alla rete locale, trattandosi di una Strada locale extraurbana di tipo F2. Lo stesso Decreto stabilisce quale sia l'organizzazione della piattaforma stradale e dei suoi margini, intendendo che tale configurazione sia da intendersi come la minima prevista dal decreto, e da verificare in funzione di esigenze normative legate ad altri settori. Gli elementi compostivi della sezione trasversale sono descritti con riferimento alla seguente figura di cui al Decreto 5/11/2001.

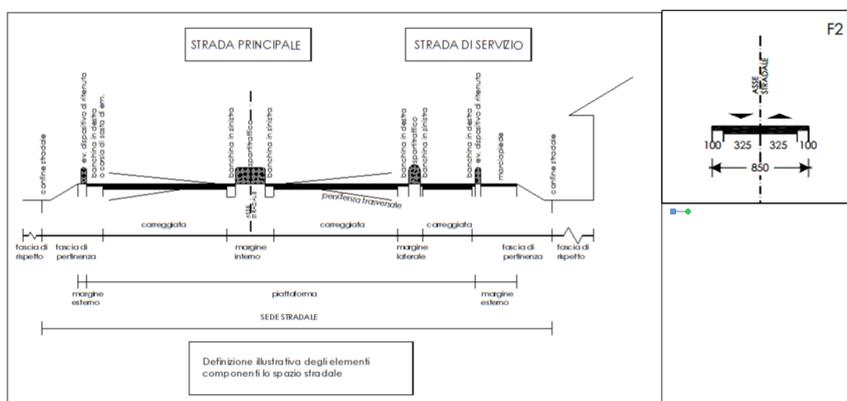


FIGURA 3.1-1 – DEFINIZIONE ILLUSTRATIVA DEGLI ELEMENTI COMPONENTI LO SPAZIO STRADALE

La piattaforma stradale adottata risulta avere una sezione minima pari a 8.50, così composta:

- una carreggiata a doppio senso di marcia, composta da n. 1 corsia per senso di marcia di larghezza pari a 3.25m;
- una banchina in destra per senso di marcia pari a 1.00m;

Le scarpate dei rilevati hanno una pendenza 3/2.

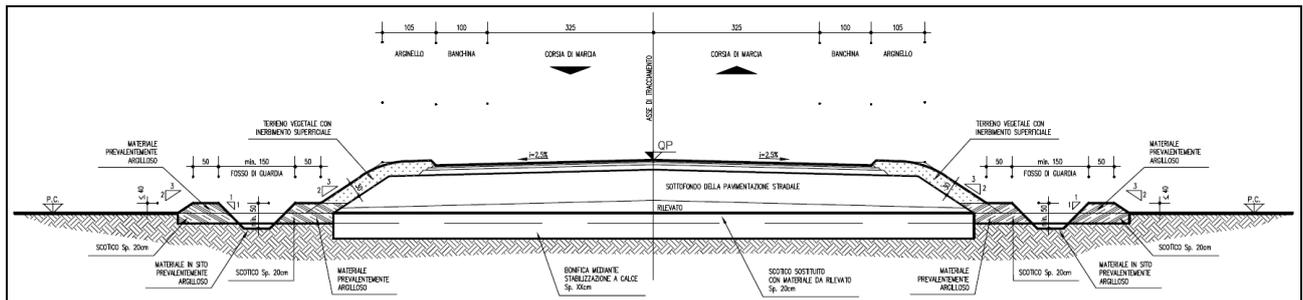


FIGURA 3.1-2 – SEZIONE TIPO STRADA COMUNALE SILTATA DI NUOVA PROGETTAZIONE

La sezione tipo stradale all'interno della struttura scatolare è rappresentata nella seguente figura.

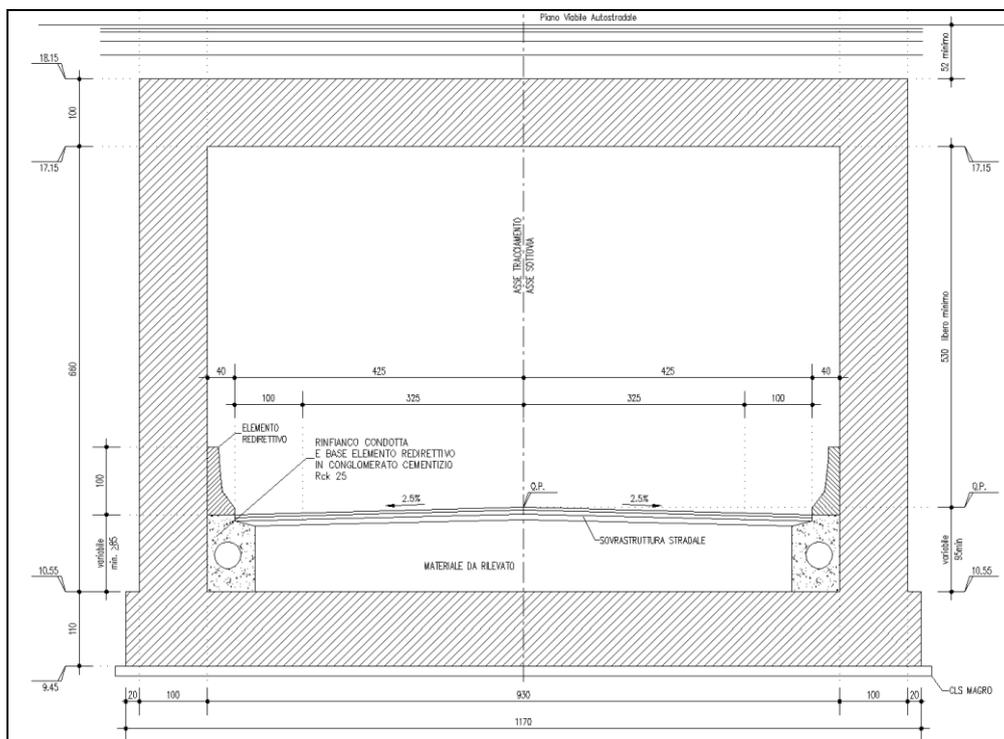


FIGURA 3.1-3 – SEZIONE TRASVERSALE DEL SOTTOVIA

Il franco minimo in elevazione assunto per il sottovia è di 5,30 m ossia di poco superiore a quello imposto dalla normativa stradale e pari a 5,00m.

L'altezza interna netta dello scatolare è stata valutata in modo da permettere il rispetto dei seguenti tre punti:

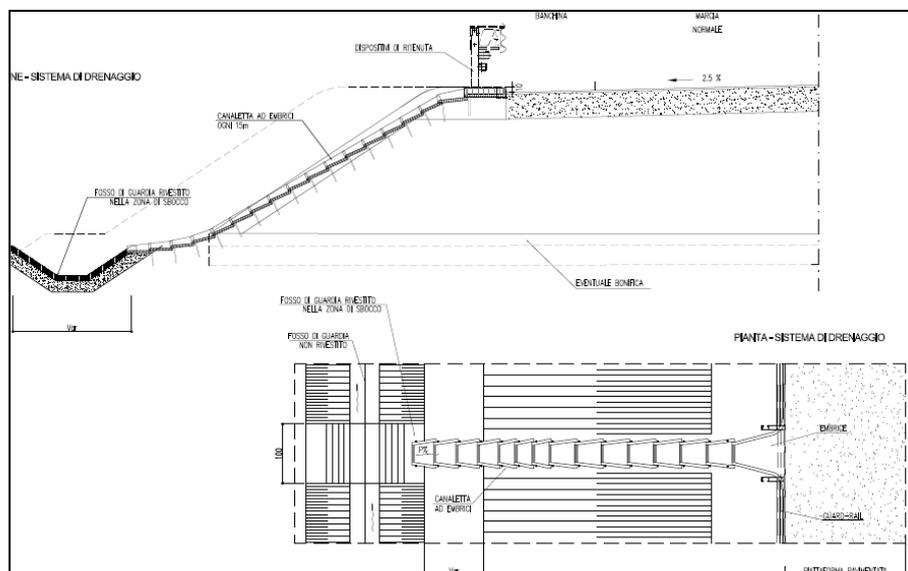
- avere in ogni punto dello scatolare almeno un'altezza utile pari al franco minimo di 5.30 m nel punto più alto della carreggiata (tenuto conto delle pendenze trasversali della strada);
- avere in ogni punto della carreggiata nel tratto interno allo scatolare un'altezza interna non minore di 90 cm per ospitare il pacchetto stradale e le tubazioni di scolo dell' acqua;
- in modo da permettere il posizionamento delle tubazioni di raccolta acque che permettano il deflusso delle acque meteoriche dal punto di minimo del profilo stradale sino alle vasche di raccolta dell'impianto di sollevamento.

### 3.2. SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA

Lo smaltimento nei tratti in rilevato delle acque defluenti dalla sede stradale, avverrà mediante la raccolta ai margini della piattaforma stradale, sulla banchina, a ridosso del ciglio erboso.

A determinati intervalli l'elemento marginale sarà interrotto e, tramite l'utilizzo di embrici in CA, le acque saranno convogliate all'interno dei fossi di guardia posti ai piedi del rilevato.

FIGURA 3.2-1 – PARTICOLARE CANALETTE AD EMBRICE



Tali fossi di guardia avranno delle dimensioni tali da garantire oltre al trasporto la laminazione dei picchi di piena. Saranno in terra delle dimensioni minime in sommità di 1,50 m. Le sponde avranno una pendenza di 1 su 1. La larghezza del fondo minima sarà pari a 0.50 m. Tale dimensione evita problemi di riduzione delle sezione idraulica dovuti ad ostruzioni che si possono creare a causa dei depositi, ed evita la necessità di una continua manutenzione. L'altezza minima sarà di 0.5 m, e comunque variabile in ragione dell'andamento del territorio.

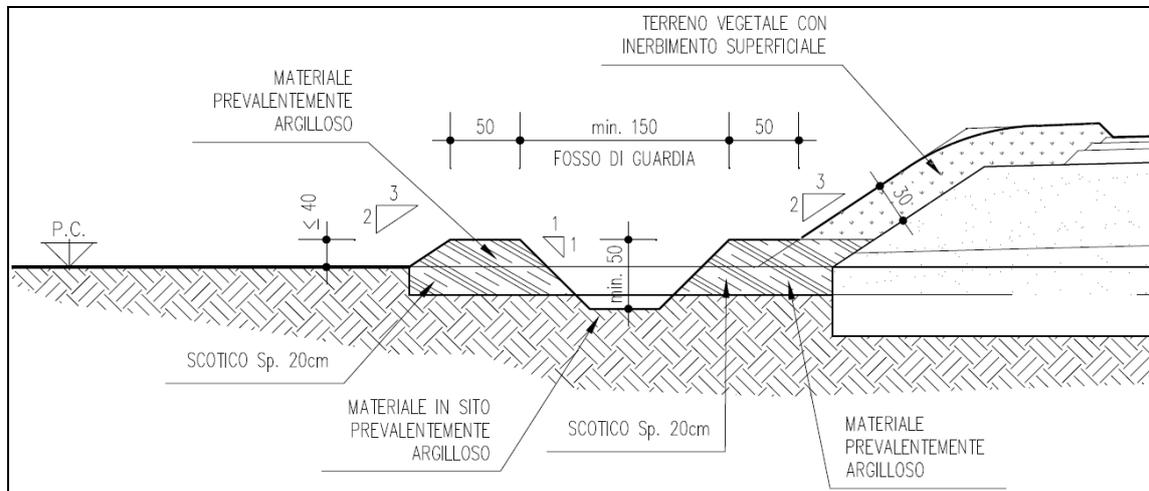


FIGURA 3.2-2 – PARTICOLARE FOSSO DI GUARDIA

Nei tratti in trincea la raccolta avviene mediante canalette poste alla base degli elementi ridirettivi in conglomerato cementizio lungo le quali sono previsti pozzetti di raccolta con caditoie carrabili in ghisa che convogliano le acque nelle sottostanti tubazioni di scolo. Le acque raccolte dalla rete di scolo vengono convogliate all'impianto di sollevamento; sono state previste delle pompe per sollevare le acque meteoriche fino a piano campagna. Queste acque verranno poi immesse nel fosso ricettore al lato della strada, dopo aver effettuato i trattamenti necessari.

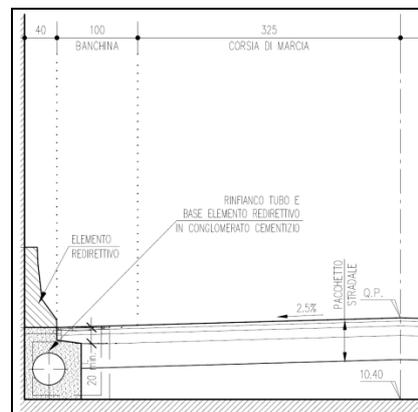


FIGURA 3.2-3 – PARTICOLARE POSIZIONAMENTO CANALETTA

Per informazioni più dettagliate si rimanda alla relazione idraulica.

---

### **3.3. VELOCITA' DI PROGETTO**

---

Le Norme Tecniche per la progettazione stradale DM 11/05/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” fissano come criterio fondamentale per la definizione planimetrica delle strade di nuova costruzione la definizione del campo di velocità di progetto all'interno del quale deve variare la velocità di progetto dei vari elementi (rettifili, curve) che compongono il tracciato. La variazione della velocità di progetto tra un elemento, e gli elementi adiacenti è fissata da regole precise le quali devono essere rispettate nel definire il diagramma di velocità; Fondamentale è la definizione della velocità di progetto massima, che è il valore di velocità da considerarsi su tutti gli elementi più favorevoli del tracciato.

Nel fissare la velocità di progetto massima per i diversi tipi di strade la Norma fa preciso e ripetuto riferimento alla velocità massima prevista dal Codice della Strada per quel tipo di strada; più precisamente la velocità massima di progetto per ogni tipo di strada pari al valore del limite di velocità previsto dal Codice della Strada su quel tipo di strada, aumentato di 10 km/h (si veda la tabella 3.4.a della Normativa).

Generalmente la localizzazione e il contesto in cui le varianti alle strade esistenti si inseriscono, non permettono l'adozione di velocità di progetto elevate, in quanto le stesse comporterebbero varianti molto lunghe; pertanto si è ritenuto opportuno adottare limiti di velocità.

La bozza delle "Norme per l'adeguamento delle strade esistenti" offre infatti la possibilità di introdurre e progettare per una velocità inferiore rispetto a quella massima prevista per la categoria a cui la strada appartiene, quando il progetto riguarda l'adeguamento di strade esistenti o varianti di sviluppo modesto.

Per la viabilità oggetto della presente progettazione viene assunta la sezione tipo definita dalla Normativa attuale come “F2” con il relativo intervallo di velocità di progetto (40-100 km/h). L'intervento in esame interessa la viabilità esistente per un tratto limitato e quindi, in base a quanto riportato al paragrafo precedente, si prevede di progettare la variante con velocità massima di progetto pari a 70 km/h. Il diagramma di velocità delle varianti in progetto dovrà pertanto essere costruito tenendo conto di questi valori.

---

## **4. GEOMETRIA DELL'ASSE STRADALE - ANDAMENTO PLANIMETRICO**

---

Trattandosi di una strada locale extraurbana lo studio dell'asse planimetrico prevede un unico asse posizionato sulla mezzzeria della carreggiata, secondo la tipologia "a" prevista nella seguente figura di cui al D.M. 5/11/2001.

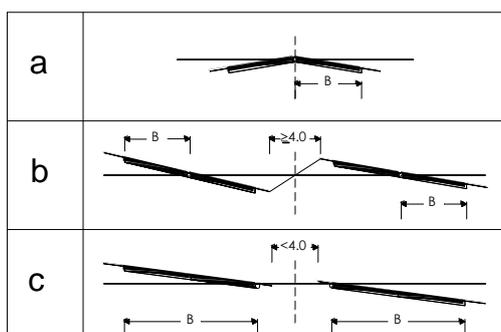


FIGURA 4-1 – ROTAZIONE DELLA CARREGGIATA RISPETTO ALL'ASSE

L'andamento planimetrico della strada comunale Siltata, nell'area di intervento, è rettilineo. Non è stato quindi considerato un raggio di curvatura minimo per le curve circolari. Data tale conformazione priva di curve, non sono stati previsti allargamenti della sede carrabile in quanto risultano garantite le distanze di visibilità per l'arresto.

#### 4.1. RETTIFILI

Per questi elementi compositivi dell'asse planimetrico, il D.M. 5/11/2001 fissa dei valori limite, superiore e inferiore, in funzione della velocità massima di progetto.

Per il valore massimo tale adozione è dovuta alle esigenze di evitare il superamento delle velocità da Codice della Strada, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna; tale valore si calcola con la formula:

$$L_r = 22 \times V_{p \text{ Max}} \text{ [m]}$$

che per tipologia della viabilità in oggetto, classificata come F2 con  $V_{p, \text{max}} = 70 \text{ km/h}$ , risulta pari a 1.540 m.

Il rettifilo del quale si compone il tracciato non raggiunge questo valore limite superiore. Il valore minimo è invece fissato per poter essere correttamente percepito dall'utente, secondo i valori riportati nella tabella seguente (per velocità si intende la velocità massima che si desume dal diagramma di velocità).

TABELLA 4.1 -1 – LUNGHEZZA MINIMA DEI RETTIFILO IN FUNZIONE DELLA VELOCITA' DI PROGETTO

Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lunghezza min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

Il rettifilo del quale si compone il tracciato presenta una lunghezza di circa 615 m, quindi maggiore di quella minima prevista per una Vp di 70 km/h che è pari a 65 m.

Tipo	Progressiva iniziale [m]	Progressiva finale [m]	Sviluppo [m]	Raggio iniziale [m]	Raggio finale [m]	Pendenza trasversale dx [%]	Pendenza trasversale sx [%]
<b>RETTIFILO</b>	0.000	615,56	615,56	0.000	0.000	-2.500	-2.500

TABELLA 4.1 -2 – ELEMENTI PLANIMETRICI DEL TRACCIATO

## 5. VERIFICHE DI VISIBILITA'

### 5.1. CRITERI PER L'ESECUZIONE DELLE VERIFICHE DI VISIBILITA'

Per distanza di visuale libera o di visibilità si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

La distanza di visuale libera deve essere confrontata, a seconda dei casi, con le seguenti distanze definite nel D.M. 5/11/2001:

- Distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto;
- Distanza di visibilità per il sorpasso, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra di completo sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto;
- Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio da una corsia a quella ad essa adiacente nella manovra di deviazione in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, uscite, ecc.).

Per le rampe del sottovia, costituite da una unica carreggiata bidirezionale, si escludono il calcolo della distanza di visibilità per il cambio corsia e per il sorpasso poiché è interdetta la manovra di sorpasso mediante apposita segnaletica.

## 5.2. DISTANZA DI VISIBILITA' PER L'ARRESTO

Il D.M.5.11.2001 stabilisce che lungo tutto il tracciato deve essere assicurata la distanza di visibilità per l'arresto.

Tale distanza si calcola secondo la seguente formula integrale:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[ f_i(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV$$

dove:

- $D_1$  = spazio percorso nel tempo  $\tau$   
 $D_2$  = spazio di frenatura  
 $V_0$  = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità [km/h]  
 $V_1$  = velocità finale del veicolo, in cui  $V_1 = 0$  in caso di arresto [km/h]  
 $i$  = pendenza longitudinale del tracciato [%]  
 $\tau$  = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]  
 $g$  = accelerazione di gravità [m/s<sup>2</sup>]  
 $R_a$  = resistenza aerodinamica [N]

$m$  = massa del veicolo [kg]

$f_l$  = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

$r_0$  = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

La resistenza aerodinamica  $R_a$  si valuta con la seguente espressione :

$$R_a = \frac{1}{2 \times 3,6^2} \rho C_x S V^2 \quad [N]$$

dove:

$C_x$  = coefficiente aerodinamico

$S$  = superficie resistente [m<sup>2</sup>]

$\rho$  = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m<sup>3</sup>]

VELOCITA' [km/h]	25	40	60	80	100	120	140
$f_l$ (cat. F2)	0.45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

TABELLA 5.2 -1 – QUOTA LIMITE DEL COEFFICIENTE DI ADERENZA IMPEGNABILE  
LONGITUDINALMENTE PER LA FRENATURA

Nel caso della Strada Comunale, si è fatto riferimento al seguente diagramma nel quale sono rappresentate, per l'ambito extraurbano, le distanze di visibilità per l'arresto calcolate in funzione della velocità di progetto e della pendenza longitudinale.

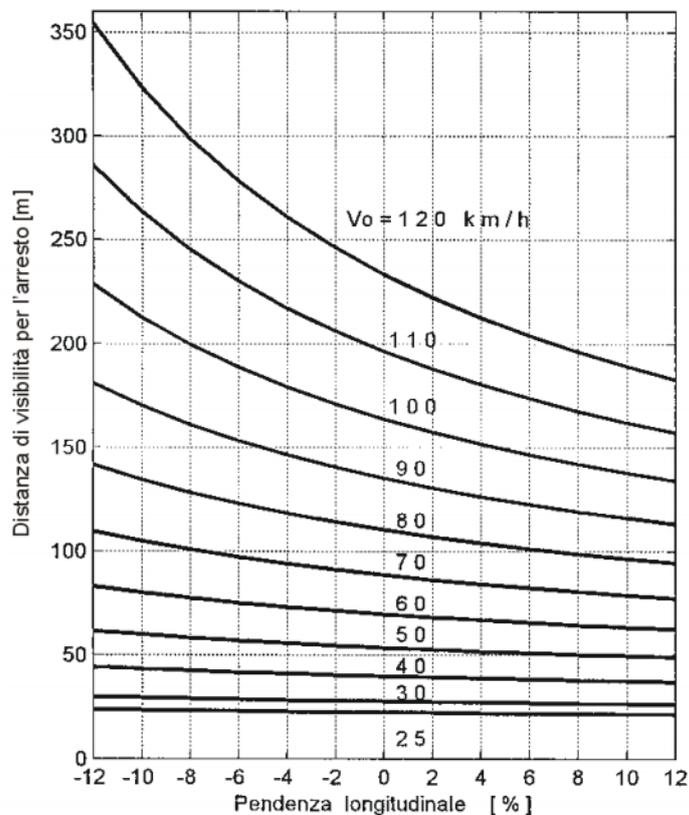


FIGURA 5.2-1 – DISTANZA DI VISIBILITA' PER L'ARRESTO IN FUNZIONE DI  $V_p$  E PENDENZA LONGITUDINALE

In corrispondenza dei raccordi verticali si assume come valore di pendenza, la media algebrica delle pendenze delle due livellette raccordate.

Essendo il tracciato tutto in rettilineo non sono stati previsti allargamenti della carreggiata in quanto non necessari. La verifiche di visibilità condotte hanno restituito esito positivo in entrambe le direzioni come si evince dalle figure seguenti.

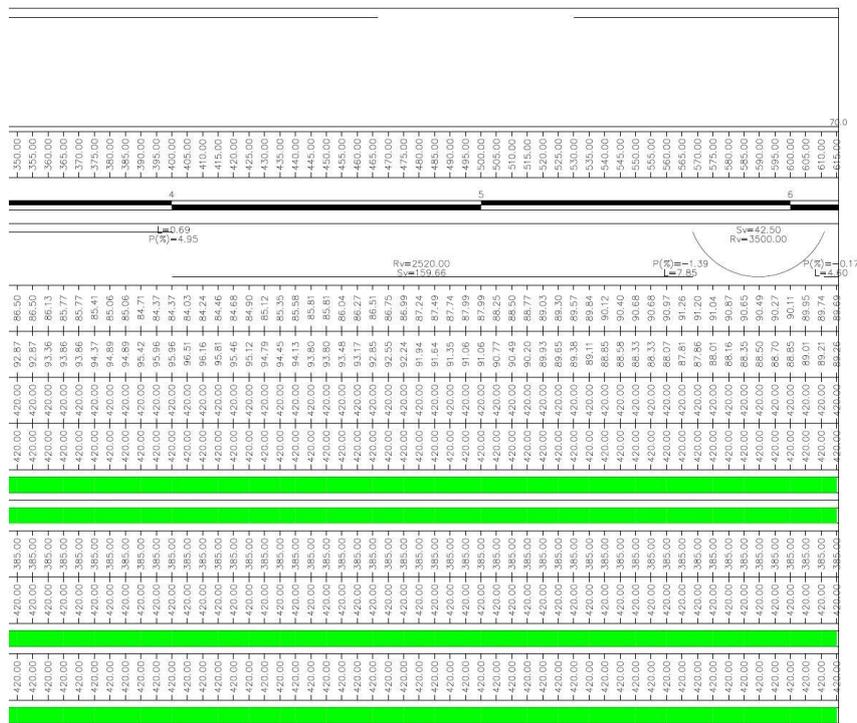
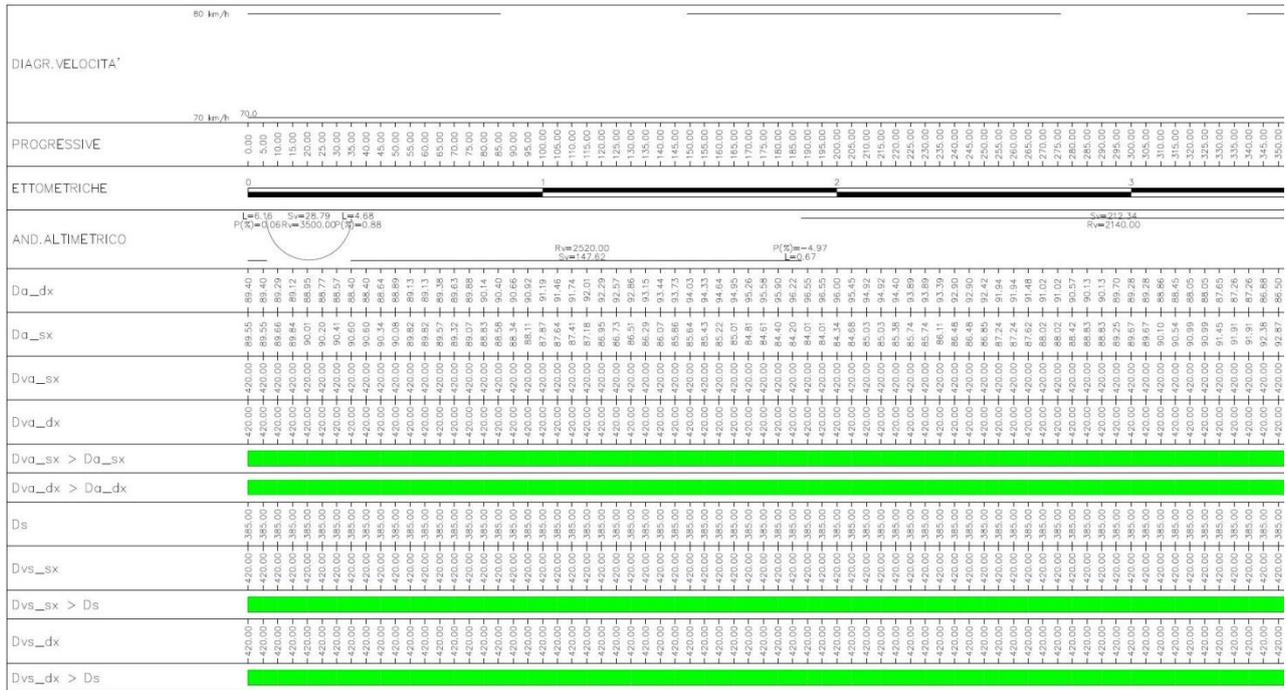


FIGURA 5.2-2 – ESITO DELLE VERIFICHE DELLE DISTANZE DI VISIBILITA' PER L'ARRESTO

## 6. GEOMETRIA DELL'ASSE STRADALE - ANDAMENTO ALTIMETRICO

### 6.1. CRITERI USATI PER LA COSTRUZIONE DEL PROFILO ALTIMETRICO

Il profilo altimetrico è costituito da tratti a pendenza costante (livellette) collegati da raccordi verticali convessi e concavi.

Per una strada classificata come F2 strada locale extraurbana, la pendenza massima da normativa si attesta ad un valore pari al 7%. Nella infrastruttura di progetto è stata assunta una pendenza limite pari al 5%.

Per i raccordi verticali si distinguono raccordi concavi e convessi, che vanno dimensionati con riferimento alle distanze di visibilità. I valori minimi sono stabiliti, essenzialmente, allo scopo di assicurare il comfort all'utenza e per assicurare le visuali libere per la sicurezza di marcia.

In base al primo criterio si pone un limite all'accelerazione verticale ovvero:

$$A_v = \frac{v_p^2}{R_v} \leq a_{lim} \quad [m/s^2]$$

dove:  $V_p$  è la velocità di progetto desunta dal diagramma di velocità [m/s],  $R_v$  è il raggio del raccordo verticale nel vertice della parabola [m] e  $a_{lim}$  è l'accelerazione verticale limite pari a 0,6 [m/s<sup>2</sup>], da cui risulta un valore minimo del raggio del raccordo verticale pari a:

$$R_v = 0,129 \cdot V_p^2 \quad [m/s^2]$$

Dove  $V_p$  è la velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma di velocità [km/h].

In base al secondo criterio e sapendo che i raccordi sono eseguiti con archi di parabola quadratica ad asse verticale, il cui sviluppo viene calcolato con l'espressione:

$$L = R_v \times \frac{\Delta i}{100} \quad [m]$$

dove  $\Delta i$  è la variazione di pendenza percentuale delle livellette da raccordare ed  $R_v$  è il raggio del cerchio osculatore, nel vertice della parabola.

Fissata la distanza di visuale libera che si vuole verificare lungo lo sviluppo del tracciato, le formule per il caso convesso sono:

- se  $D$  è inferiore allo sviluppo  $L$  del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2})}$$

- se invece  $D > L$

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[ D - 100 \frac{h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2}}{\Delta i} \right]$$

Si pone da norma  $h_1 = 1,10$  m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso si pone  $h_2 = 0,10$  m.

Per il caso concavo ponendo  $h = 0,5$  m e  $\theta = 1^\circ$  sono:

- se  $D$  è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha:

$$R_v = \frac{D^2}{2(h + D \sin \theta)}$$

- se invece  $D > L$ :

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[ D - \frac{100}{\Delta i} (h + D \times \sin \theta) \right]$$

Dove:

- $L$  è la lunghezza del raccordo parabolico misurata sulla proiezione orizzontale [m];
- $\Delta i$  è il valore assoluto della differenza di pendenza tra le due livellette da raccordare [m];
- $h$  è l'altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale [m];
- $\theta$  è la massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto all'asse del veicolo [°]

## 6.2. ANDAMENTO ALTIMETRICO

La velocità di progetto del tracciato stradale influenza anche le caratteristiche dei raccordi circolari da introdurre tra le livellette del profilo longitudinale.

Analogamente a quanto considerato per l'andamento planimetrico, anche per l'andamento altimetrico si possono limitare i raggi altimetrici e quindi di conseguenza si può limitare l'ingombro effettivo dell'opera, limitando il valore limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto.

L'andamento altimetrico, è stato studiato in maniera tale da garantire i franchi minimi di progetto che la strada deve possedere nell'attraversamento dell'opera di progetto, inoltre per garantire un corretto allontanamento delle acque meteoriche dalla piattaforma stradale, ed evitare, in caso del verificarsi di un evento di piena, l'allagamento del sottovia di progetto.

Per poter realizzare tale protezione, sono stati studiati due innalzamenti del profilo di progetto in corrispondenza dell'inizio delle rampe di ascenso al sottovia, così come mostrato in figura.

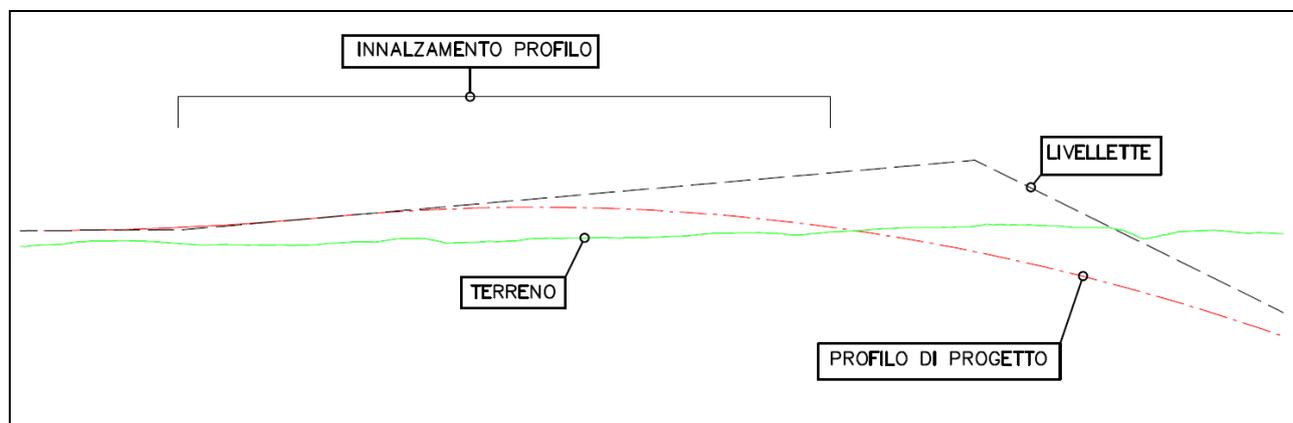


FIGURA 6.2-1 – INNALZAMENTO DEL PROFILO DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELLE RAMPE DI ACCESSO AL SOTTOVIA



### 6.3. VERIFICHE ALTIMETRICHE

L'andamento altimetrico del tracciato presenta una pendenza massima del 4,97 %. I raccordi parabolici utilizzati sono di raggio maggiore rispetto ai minimi imposti dal D.M. 5/11/2001 come si evince dalle seguenti figure. Tutte le verifiche plano-altimetriche risultano dunque verificate.

Vertici											
N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito	Verifiche	
0	0.00000000	17.28126085	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000		...	
1	20.55909713	17.29402963	20.55909713	6.16167981	0.06210771	0.01276879	20.55910110	6.16168100		...	
2	113.4490997	18.11593642	92.89000262	4.68307114	0.88481727	0.82190679	92.89363873	4.68325445		...	
3	294.0959198	9.13222432	180.64682013	0.66810371	-4.97308067	-8.98371210	180.87006581	0.66892936		...	
4	480.7814376	18.37180338	186.68551773	0.68719306	4.94927468	9.23957905	186.91402395	0.68803420		...	
5	589.7115905	16.86162846	108.93015289	7.85345979	-1.38636996	-1.51017492	108.94062069	7.85421448		...	
6	615.5616483	16.81710870	25.85005786	4.60248717	-0.17222306	-0.04451976	25.85009620	4.60249399		...	

FIGURA 6.3-1 – VERTICI DELLE LIVELLETTE DEL TRACCIATO

Raccordi Verticali													
N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.	Sorp/Dc	Vp (km/h)	Diag. Vel	Raggio Min.	Esito	Verifiche
1	Parabolico	3500.000000	0.82270956	28.79523860	6.16167981	34.95651445	28.79483464	<input type="checkbox"/>	70.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	630.1440329		...
2	Parabolico	2520.000000	-5.85789795	147.6709609	39.63958559	187.2586139	147.6190283	<input type="checkbox"/>	70.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	2512.918055		...
3	Parabolico	2140.000000	9.92235535	212.4254970	187.9267176	400.2651221	212.3384045	<input type="checkbox"/>	70.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	2138.898056		...
4	Parabolico	2520.000000	-6.33564464	159.7102688	400.9523152	560.6105600	159.6582448	<input type="checkbox"/>	70.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	2510.885179		...
5	Parabolico	3500.000000	1.21414690	42.49669279	568.4640198	610.9591611	42.49514140	<input type="checkbox"/>	70.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	630.1440329		...

FIGURA 6.3-2 – RACCORDI PARABOLICI TRA LE LIVELLETTE DEL TRACCIATO

Pendenza longitudinale i % della sede stradale:

Rampa nord **4.949%**

Rampa sud **4.973%**

Raggio minimo raccordo verticale convessi **2520.00 m**

Raggio minimo raccordi verticali concavi **2140.00 m**

Pendenza trasversale max **2,50%**

## 7. DIAGRAMMA DI VELOCITA'

Il diagramma delle velocità è la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale. Si costruisce sulla base del solo tracciato planimetrico, calcolando, per ogni elemento di esso, l'andamento della velocità di progetto.

Il diagramma di velocità viene redatto sulla base sulle seguenti ipotesi:

- sui rettifili, sulle curve circolari con raggio non inferiore ad  $R^*$  e lungo le clotoidi, la velocità tende al limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto;
- su tutte le curve con raggio inferiore ad  $R^*$  la velocità è costante e si valuta attraverso l'equazione di stabilità allo slittamento del veicolo in curva;
- gli spazi di accelerazione e di decelerazione, rispettivamente, in uscita o in ingresso ad una curva circolare, ricadono sugli elementi indicati in a);
- le variazioni avvengono con moto uniformemente vario con  $a = 0,8 \text{ m/s}^2$ . Lo spazio necessario per passare da una velocità  $V_1$  ad una velocità  $V_2$ , denominata dalle Norme distanza di transizione  $D_T$ , si valuta con la relazione:

$$D_T = \frac{\Delta V \times V_m}{12,96 \times a}$$

Dove:  $\Delta V$  = differenza di velocità ( $V_{p1} - V_{p2}$ ) [km/h]

$V_m$  = velocità media tra due elementi [km/h]

$a$  = accelerazione o decelerazione  $\pm 0,8$  [m/s<sup>2</sup>]

- la decelerazione termina all'inizio della curva circolare, mentre l'accelerazione comincia all'uscita della curva circolare, pertanto è a partire da questi punti che vanno riportate le distanze di transizione.
- Affinché il conducente possa attuare la decelerazione, è necessario che la curva sia vista e percepita come tale; la distanza  $\Delta T$  deve, pertanto, essere minore della visuale libera disponibile e della distanza di riconoscimento  $D_r$  che può essere calcolata moltiplicando per 12 la velocità espressa in m/s.

E' necessario verificare che nel passaggio da tratti caratterizzati dalla  $V_{p_{max}}$  a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h. Inoltre, fra due curve successive tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h.

---

Nel caso della infrastruttura di progetto, essendo il tracciato in rettilineo, non è stato necessario effettuare tutte le precedenti verifiche in quanto, il diagramma dei velocità della s.c. Siltata, presenta un andamento costante e pari a 70 km/h.

Per maggiori dettagli sul diagramma delle velocità fare riferimento all'elaborato specifico.