






S.S. 78 "SARNANO - AMANDOLA"

LAVORI DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO TECNICO FUNZIONALE DELLA SEZIONE STRADALE IN T.S. E POTENZIAMENTO DELLE INTERSEZIONI - 2° STRALCIO

PROGETTO DEFINITIVO

IMPRESA ESECUTRICE		GRUPPO DI LAVORO ANAS:	
			
GRUPPO DI PROGETTAZIONE		RESPONSABILE DEI LAVORI:	
(Mandataria)  S.A.G.I. s.r.l. Società per l'Ambiente, la Geologia e l'Ingegneria Via Pasubio,20 63074 San Benedetto del Tronto (AP) Tel. e Fax 0735.757580 e-mail: info@sagistudio.it PEC: info@pec.sagistudio.it		VISTO: RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Marco Mancina (ANAS S.p.A.)	
(Mandanti)     		PROTOCOLLO:	
		DATA:	

N. ELABORATO:	CAPITOLO D – PROGETTO STRADALE
D001	CAPITOLO D0 – PARTE GENERALE
	RELAZIONE TECNICA STRADALE

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	ANNO	D001 - T00_PS00_TRA_RE01_A_Relazione tecnica stradale			
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	CODICE ELAB. T00PS00TRA RE01		A	-
D						
C						
B						
A	EMISSIONE		Luglio 2023	-	-	-
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1.	<u>PREMESSA.....</u>	<u>2</u>
2.	<u>NORMATIVA</u>	<u>2</u>
3.	<u>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....</u>	<u>3</u>
4.	<u>CRITERI DI PROGETTAZIONE.....</u>	<u>6</u>
4.1.	DISTANZE DI VISIBILITÀ	6
4.1.1.	<i>Distanza di visibilità per l'arresto</i>	6
4.1.2.	<i>Distanza di visibilità per il sorpasso.....</i>	8
4.2.	ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE	8
4.2.1.	<i>Rettifici</i>	8
4.2.2.	<i>Curve circolari</i>	9
4.2.3.	<i>Curve a raggio variabile (clotoidi)</i>	10
4.3.	ANDAMENTO ALTIMETRICO	13
4.3.1.	<i>Livellette.....</i>	13
4.3.2.	<i>Raccordi verticali.....</i>	13
5.	<u>VERIFICHE DEL TRACCIATO</u>	<u>17</u>
5.1.	DISTANZE DI VISIBILITÀ	19
5.1.1.	<i>AP.01</i>	19
5.2.	VERIFICHE PLANIMETRICHE	21
5.2.1.	<i>AP.01</i>	21
5.2.2.	<i>VS.01</i>	26
5.3.	VERIFICHE ALTIMETRICHE	29
5.3.1.	<i>AP.01</i>	29
5.3.2.	<i>VS.01</i>	30

1. PREMESSA

Il presente documento fa riferimento al progetto definitivo riferito al secondo stralcio dei lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione stradale in T.S. e potenziamento delle intersezioni lungo la S.S. n. 78 "Picena" nel tratto compreso fra i comuni di Sarnano (MC) ed Amandola (FM).

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 2 – Sarnano-Amandola), nonché i criteri progettuali adottati per la loro definizione.

2. NORMATIVA

- D.M. 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- Codice della Strada e Regolamento di attuazione ed esecuzione (D.L. 30 Aprile 1992, n. 285; Testo aggiornato con la legge n. 41 del 23 Marzo 2016);
- D.M. 17.01.2018 «Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"»;
- Circ. n. 7 del 21.01.2019 Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al D.M. 17 Gennaio 2018.
- Progetto di fattibilità tecnica ed economica relativa ai "Lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione stradale in t.s. e potenziamento delle intersezioni - 2° Stralcio"

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Per quanto riguarda l'analisi generale della tratta, valgono le stesse considerazioni riportate nella relazione stradale contenuta nel PFTE.

Rispetto la soluzione adottata nel Progetto di Fattibilità tecnica ed economica si è scelto di modificare il percorso in pianta per ragioni di natura altimetrica. Entrando nel dettaglio:

- Durante la campagna di rilievo topografico è stato individuato un profilo di terreno tra le pk 1+300 e 1+650 che discostava parecchio rispetto il profilo di terreno da PFTE;
- Lo scenario che si prospettava andando a mantenere la livelletta di progetto da PFTE era quello di dover ricorrere a opere d'arte onerose per poter contenere l'enorme dislivello che si prospettava tra la quota di progetto stradale e la quota di terreno;
- Nel tratto tra le pk 1+300 e 1+650 è in previsione la realizzazione di una con realizzazione di un percorso secondario di ricucitura che collega la rete stradale locale all'infrastruttura in progetto. Tale realizzazione è penalizzata dal notevole dislivello in quota che si viene a creare, non riuscendo a garantire adeguata visibilità agli utenti che si immettono nella strada principale.

A seguito di ciò, si è deciso di operare le seguenti modifiche:

ASSE PRINCIPALE AP.01

Rispetto al PFTE, è stato deciso di spostare il tracciato principale AP.01 di circa 30m verso Ovest lungo il tratto tra le due progressive in precedenza menzionate.

Dal punto di vista planimetrico, è stato operato un lieve cambiamento degli elementi geometrici componenti il tracciato, che ha portato ad una riduzione del percorso di una decina di metri, passando da una lunghezza di 1.877,48 a 1.864,77 m.

Dal punto di vista altimetrico, sempre rispetto al PFTE, non sono cambiate né la pendenza delle livellette di progetto, né il raggio dei raccordi circolari; sono inoltre rimaste invariate la quota iniziale e la quota finale.

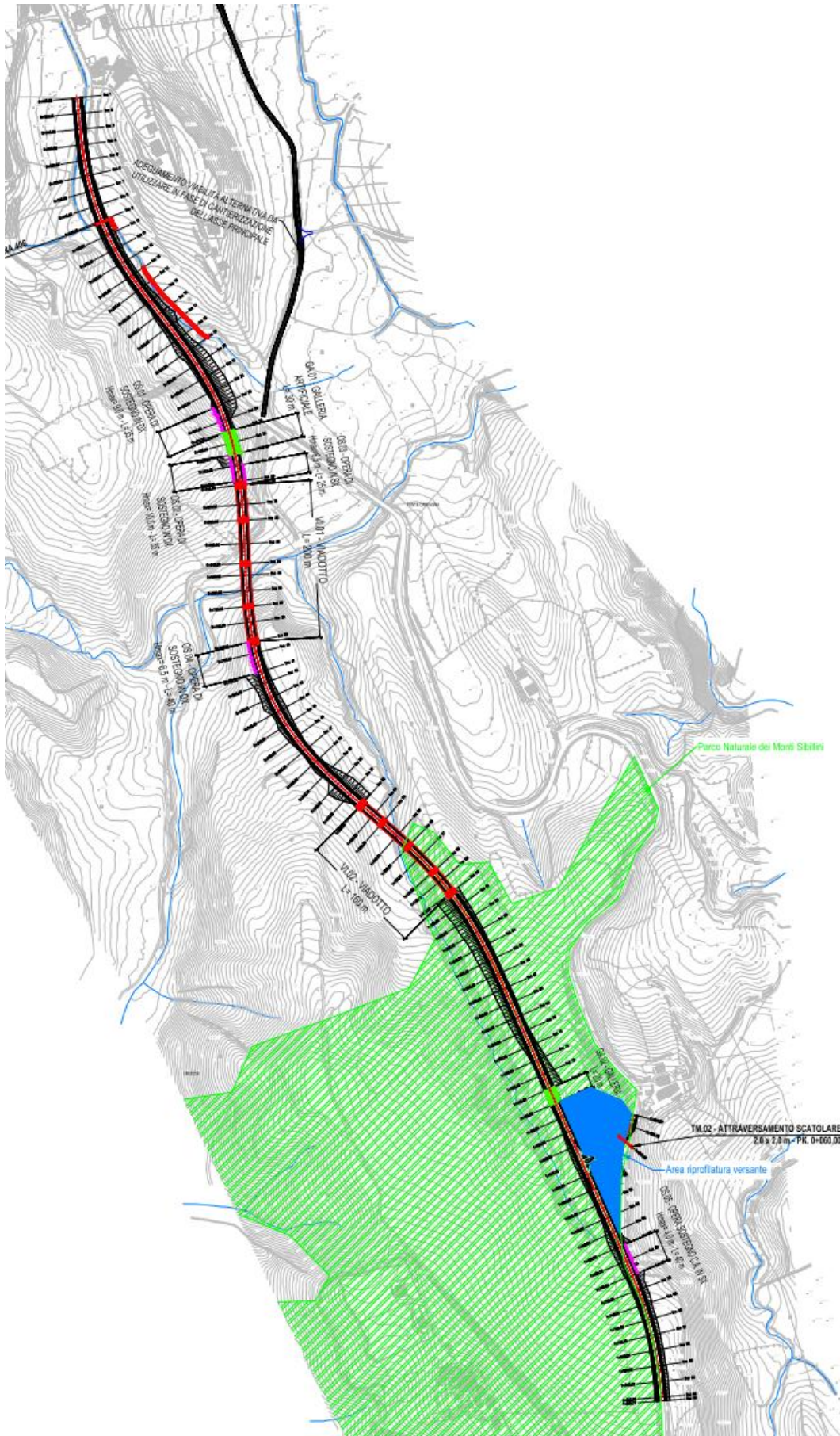
VIABILITÀ SECONDARIA VS.01

Rispetto al PFTE è stato allungato il percorso, che passa da 74,185 m a 94,870 m, mentre la parte altimetrica ha subito alcune modifiche seppur non rilevanti.

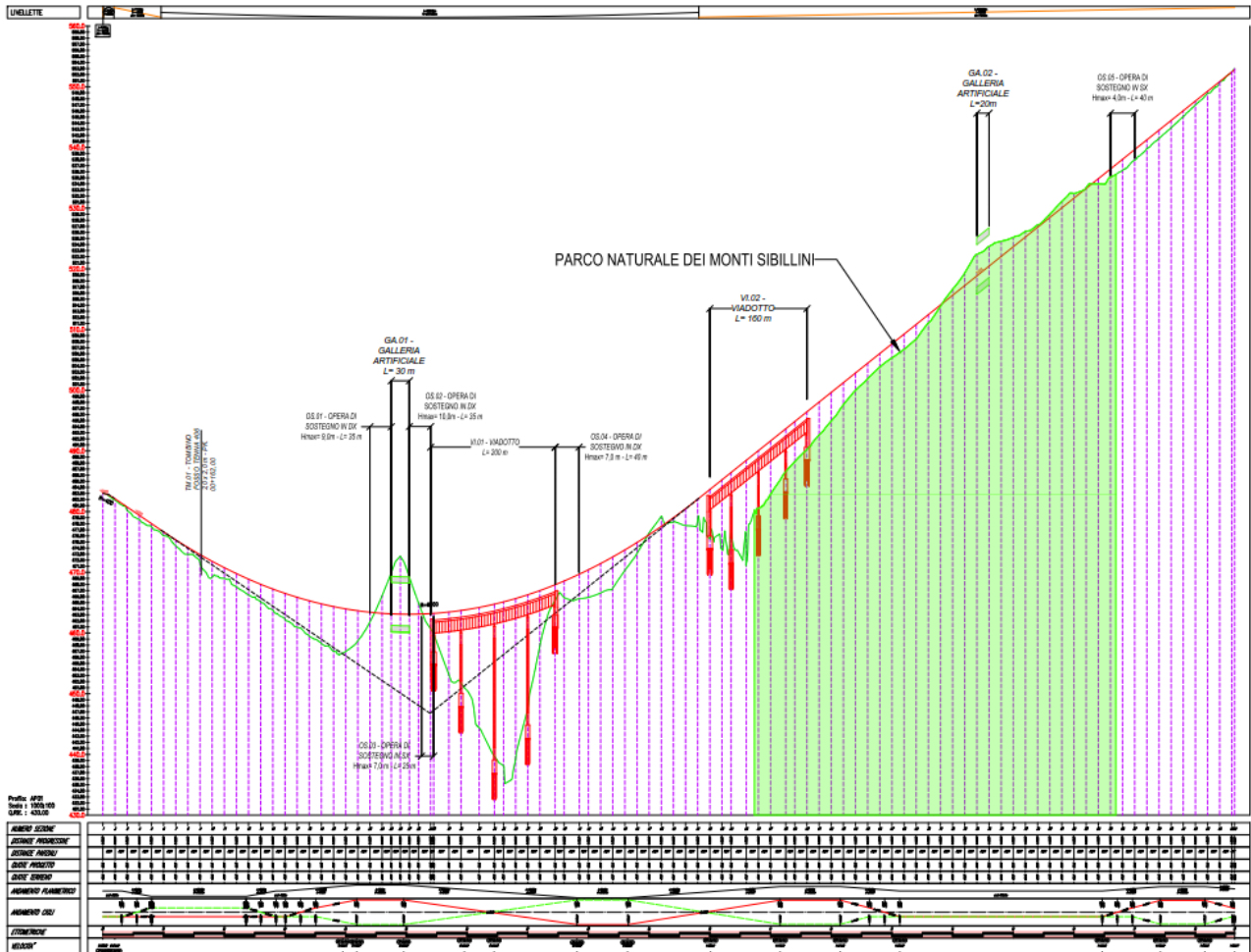
Dal punto di vista delle opere d'arte strutturali previste, rispetto il percorso da PFTE vengono cambiate alcune tipologie di opere d'arte mentre in altre vengono modificate le dimensioni:

- I muri OS.4 e OS.05 diventano muri di sostegno in c.a.;
- I viadotti VI.01 e VI.02 modificano la loro lunghezza, passando rispettivamente a 200,000 m e 160,000 m.

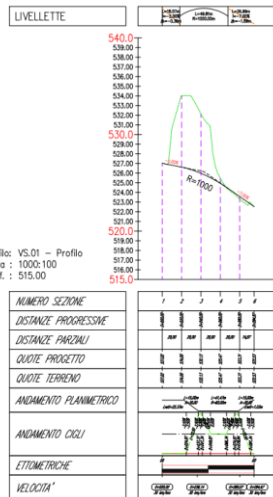
Vengono inoltre introdotti una seconda galleria artificiale (GA.02) di lunghezza 20,000 m e un sottopasso scatolare al di sotto della VS.01 (TM.02) che rientrano nell'ambito di un intervento di riprofilatura del versante collinare ad Est del tracciato tra le progressive 1+400 e 1+600 volto a creare un percorso per la fauna locale volto a scavalcare in quota la viabilità in progetto e un miglioramento generale dell'aspetto paesaggistico e funzionale dell'area.



SS 78 – Sarnano-Amandola LOTTO 2 - Planimetria di progetto



SS 78 – Sarnano-Amandola LOTTO 2 – Profilo AP.01



SS 78 – Sarnano-Amandola LOTTO 2 – Profilo AP.01

4. CRITERI DI PROGETTAZIONE

4.1. DISTANZE DI VISIBILITÀ

Per distanza 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 dell'illuminazione della strada. Tale distanza deve essere superiore, lungo tutto lo sviluppo del tracciato, alla distanza di visibilità per l'arresto e, in specifici tratti a:

- distanza di visibilità per il sorpasso;
- distanza di visibilità per la manovra di cambio di corsia.

Le distanze di visibilità da verificare dipendono dal tipo di strada in progetto e dall'elemento di tracciato considerato. Indipendentemente però dal tipo di strada e dall'ambito (extraurbano o urbano), lungo tutto il tracciato deve essere assicurata la distanza di visibilità per l'arresto in condizioni ordinarie o con tempi di reazione maggiorati.

Nelle strade extraurbane a unica carreggiata con doppio senso di marcia, la distanza di visibilità per il sorpasso deve essere garantita per una conveniente percentuale di tracciato, in relazione al flusso di traffico smaltibile con il livello di servizio assegnato, in misura comunque non inferiore al 20%.

Nel caso in esame, essendo una carreggiata unica a due sensi di marcia, ci si sofferma sulla distanza per la visibilità per l'arresto e sulla distanza di visibilità per il sorpasso.

4.1.1. DISTANZA DI VISIBILITÀ PER L'ARRESTO

Ai sensi del § 5.1.2. del *D.M. 05/11/01*, la distanza di visibilità per l'arresto si valuta con l'espressione seguente:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3.6} \cdot \tau - \frac{1}{3.6^2} \int_{v_2}^{v_1} \frac{V}{g \cdot [f_l(V) \pm \frac{i}{100}] + \frac{R_a(V)}{m} + r_0(V)}$$

Con:

D_1	spazio percorso nel tempo τ
D_2	spazio di frenatura
V_0	velocità del veicolo all'inizio della frenatura (velocità di progetto desunta dal diagramma delle velocità)
V_1	velocità finale del veicolo (si annulla in caso di arresto)
i	pendenza longitudinale del tracciato
τ	tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione e reazione)
τ	tempo complessivo di reazione ($\tau = 2,8 - 0,01 \cdot V$ con τ in secondi e V in km/h)
g	accelerazione di gravità
R_a	resistenza aerodinamica ($R_a = \frac{1}{2 \cdot 3,6^2} \rho C_x S V^2$)
f_l	quota limite del coeff. di aderenza longitudinale impiegabile per la frenatura
r_0	resistenza unitaria al rotolamento (trascurabile)

La resistenza aerodinamica R_a si valuta con la seguente espressione:

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

A seconda del tipo di strada di interesse, i valori di f_l da adottare sono quelli indicati nelle immagini qui sotto, validi nel caso di uno spessore del velo idrico di mm 0,50.

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
f _l Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34
f _l Altre strade	0,45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Valori di f_l in funzione della velocità

Per le autostrade sono stati adottati valori di f_l maggiori in considerazione del fatto che su tale tipo di vie, caratterizzate da standard geometrici elevati nonché da piani viabili di qualità, l'utente tende ad impegnare l'aderenza disponibile in misura maggiore.

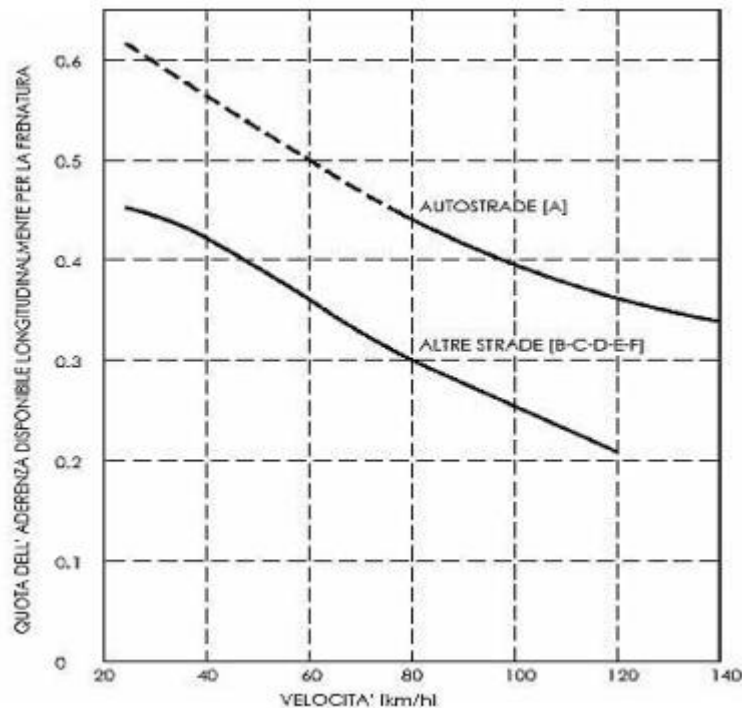


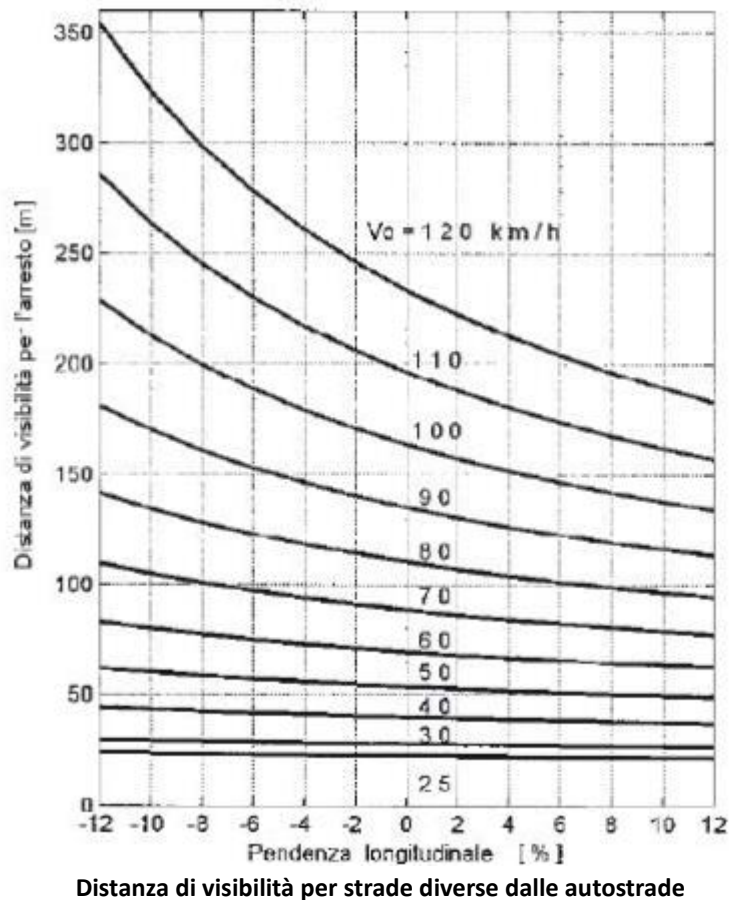
Grafico per la scelta di f_l in funzione della velocità e del tipo di strada.

Le distanze così calcolate sono valide sia in rettilineo che in curva. Per il tempo complessivo di reazione si assumono valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h., in considerazione della attenzione più concentrata alle alte velocità.

$$\tau = (2,8 - 0,01 V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

In situazioni particolari quali incroci o tratti di difficile lettura ed interpretazione (intersezioni complesse, innesti o deviazioni successive ecc.) il tempo di cui sopra va maggiorato di 1 secondo nel caso di strada extraurbana e fino a 3 secondi in ambito urbano.

Per una valutazione immediata della distanza di visibilità per l'arresto è possibile ricorrere anche all'immagine 5.1.2.c del D.M. 05/11/01.



4.1.2. DISTANZA DI VISIBILITÀ PER IL SORPASSO

In presenza di veicoli marcianti in senso opposto la distanza di visibilità completa per il sorpasso si valuta con la seguente espressione:

$$Ds = 20 \times v = 5,5 \times V \quad [m]$$

dove:

v (m/s) oppure V(km/h) è la velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma della velocità (cfr. par. 5.4) ed attribuita uguale sia per il veicolo sorpassante che per il veicolo proveniente dal senso opposto.

4.2. ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE

4.2.1. RETTIFI

Per evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna è opportuno che i rettifili abbiano una lunghezza L_r contenuta nel seguente limite:

$$L_r = 22 \times V_{pMax}$$

dove V_{pMax} è il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto della strada, in km/h.

Inoltre, in genere, l'adozione dei rettifili di lunghezza limitata favorisce l'inserimento della strada nell'ambiente.

Un rettifilo, per poter essere percepito come tale dall'utente, deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati nella seguente tabella; per velocità si intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

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

Lunghezza minima del rettifilo al variare della velocità

4.2.2. CURVE CIRCOLARI

Le curve circolari per essere percepite correttamente devono avere uno sviluppo che corrisponde ad un tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi, valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva in m/s.

La pendenza trasversale in curva ha un valore massimo ammesso per la pendenza trasversale è del 3,50 % per le strade di tipo F urbane, con inclinazione verso l'interno.

Per la determinazione della pendenza in funzione del raggio è indispensabile stabilire il legame tra la velocità di progetto V_p , la pendenza trasversale in curva i_c e la quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente f_t . Dallo studio dell'equilibrio di un veicolo transitante su una curva circolare si ottiene:

$$\frac{V_p^2}{R \times 127} = q + f_t$$

Dove:

- V_p = velocità di progetto della curva, in km/h
- R = raggio della curva, in m
- $q = i_c / 100$
- f_t = quota parte del coeff. di aderenza impegnato trasversalmente, i cui valori di f_t sono desunti dalla

Tabella seguente:

Velocità km/h	25	40	60	80	100	120	140
aderenza trasv. max imp. $f_{t, max}$ per strade tipo A, B, C, F extra urbane, e relative strade di servizio	-	0,21	0,17	0,13	0,11	0,10	0,09
aderenza trasv. max imp. $f_{t, max}$ per strade tipo D, E, F urbane, e relative strade di servizio	0,22	0,21	0,20	0,16	-	-	-

Coefficiente di aderenza trasversale

Invertendo la relazione di cui sopra, e assumendo come V_p la minima velocità di progetto (che per strade F in ambito urbano vale 25 km/h), è possibile determinare il raggio minimo come:

$$R_{min} = \frac{V_{p,min}^2}{127(q_{max} + f_{t,max})}$$

I valori dei raggi minimi planimetrici in funzione del tipo di strada sono riassunti nella seguente Tabella:

TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	V _p min [km/h]	q _{max}	f _t max	Raggio minimo [m]
AUTOSTRADA A	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	90	0,07	0,118	339
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,07	0,210	45
	URBANO	STRADA PRINCIPALE	80	0,07	0,130	252
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,035	0,210	51
EXTRAURBANA PRINCIPALE B	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	70	0,07	0,147	178
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,07	0,210	45
EXTRAURBANA SECONDARIA C	EXTRAURBANO		60	0,07	0,170	118
URBANA DI SCORRIMENTO D	URBANO	STRADA PRINCIPALE	50	0,05	0,205	77
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	25	0,035	0,220	19
URBANA DI QUARTIERE E	URBANO		40	0,035	0,210	51
LOCALE F	EXTRAURBANO		40	0,07	0,210	45
	URBANO		25	0,035	0,220	19

Valori del minimo raggio planimetrico per i vari tipi di strade

4.2.3. CURVE A RAGGIO VARIABILE (CLOTOIDI)

Le curve a raggio variabile sono progettate in modo da garantire:

- una variazione di accelerazione centrifuga non compensata (contraccollo) contenuta in valori accettabili;
- una limitazione di pendenza longitudinale delle linee di estremità della piattaforma;
- la corretta percezione ottica dell'andamento del tracciato.

La clotoide, una particolare curva della famiglia delle spirali e impiegata come curva a raggio variabile, viene descritta mediante l'equazione:

$$r \times s = A^2$$

con:

- r raggio di curvatura in un punto generico
- s ascissa curvilinea in un punto generico
- A parametro di scala

Le verifiche di una curva a raggio variabile riguardano essenzialmente il parametro di scala A. Sono previsti dal D.M. 05/11/2001 dei criteri di verifica che devono essere soddisfatti.

Il primo criterio riguarda la **limitazione del contraccollo**. Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata (contraccollo c), fra il parametro A e la massima velocità V (km/h), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{V^3}{c} \cdot \frac{g \cdot V \cdot R (q_f - q_i)}{c}}$$

Dove:

- q_i pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;
- q_f pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;

Trascurando il secondo termine dell'espressione del radicando e assumendo per il contraccolpo il valore limite:

$$C_{\max} = 50,4 / V$$

si ottiene:

$$A \geq 0,021 V^2$$

Un altro criterio da soddisfare riguarda la **sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata**. Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti assetti trasversali, che vanno raccordati longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione.

Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i (q_i + q_f)}$$

Dove:

- B_i è la distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile.
- Δi_{\max} è la sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata.

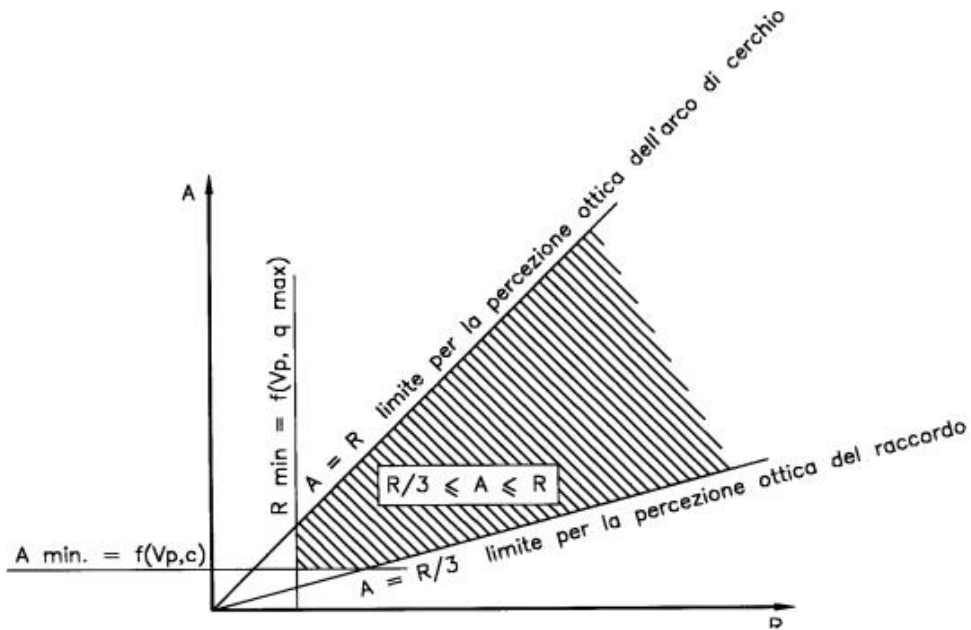
Il terzo ed ultimo criterio da soddisfare riguarda il **criterio ottico**. Per garantire una percezione ottimale del raccordo deve essere verificata la relazione:

$$A \geq R/3$$

Mentre, per garantire la percezione dell'arco di cerchio alla fine della clotoide, deve risultare che:

$$A \leq R$$

In sintesi, Resta definito dai valori ammissibili per il parametro A, come dalla figura seguente:



Range di ammissibilità valori del parametro A

Lungo le curve a raggio variabile, inserite fra due elementi di tracciato a curvatura costante, si realizza il graduale passaggio della pendenza trasversale dal valore proprio di un elemento a quello relativo al successivo.

4.3. ANDAMENTO ALTIMETRICO

4.3.1. LIVELLETTE

Le livellette sono tratti del tracciato altimetrico a pendenza costante, collegati tra loro mediante raccordi verticali concavi o convessi.

Il *D.M. 05/11/01* prescrive le pendenze massime che si possono adottare, in base al tipo di strada:

TIPO DI STRADA		AMBITO URBANO	AMBITO EXTRAURBANO
AUTOSTRADA	A	6%	5%
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	-	6%
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	-	7%
URBANA DI SCORRIMENTO	D	6%	-
URBANA DI QUARTIERE	E	8%	-
LOCALE	F	10%	10%

Pendenza massima delle livellette

Tali valori possono essere aumentati di una unità qualora, da una verifica da effettuare di volta in volta, risulti che lo sviluppo della livelletta sia tale da non penalizzare eccessivamente la circolazione, in termini di riduzione delle velocità e della qualità del deflusso.

4.3.2. RACCORDI VERTICALI

Secondo il *D.M. 05/11/01*, i raccordi verticali devono essere eseguiti mediante archi di parabola quadratica ad asse verticale, il cui sviluppo è espresso dalla relazione:

$$L = R_v \cdot \frac{\Delta i}{100}$$

Dove:

- Δi è la variazione di pendenza in percentuale delle livellette da raccordare;
- R_v raggio del cerchio osculatore nel vertice di una parabola.

Il valore minimo di tale raggio, che definisce la lunghezza del raccordo, deve essere determinato in modo da garantire che:

- nessuna parte del veicolo (eccetto le ruote) abbia contatti con la superficie stradale; ciò comporta:
 $R_v \geq R_{v,\min} = 20$ m nei dossi;
 $R_v \geq R_{v,\min} = 40$ m nelle sacche
- per il comfort dell'utenza l'accelerazione verticale non superi un valore limite a_{lim} , ovvero che $a_v \leq a_{lim}$, con $a_v = v_p^2/R_v \leq a_{lim}$

dove:

- v_p velocità di progetto della curva in m/s, desunta dal diagramma delle velocità;

- R raggio del raccordo verticale, in m;

- $a_{lim} = 0,6 \text{ m/s}^2$

In ogni caso è opportuno adottare valori del raggio del raccordo almetrico anche sensibilmente maggiori, al fine di garantire una corretta percezione ottica del tracciato, in particolare nel caso di piccole variazioni di pendenza delle livellette e nei casi di sovrapposizione di curve verticali con curve orizzontali (torsione dell'asse).

E' necessario distinguere due casi:

4.3.2.1. Raccordi verticali convessi (dossi)

Il raggio minimo del raccordo, con riferimento alle distanze di visibilità, viene determinato con l'espressione:

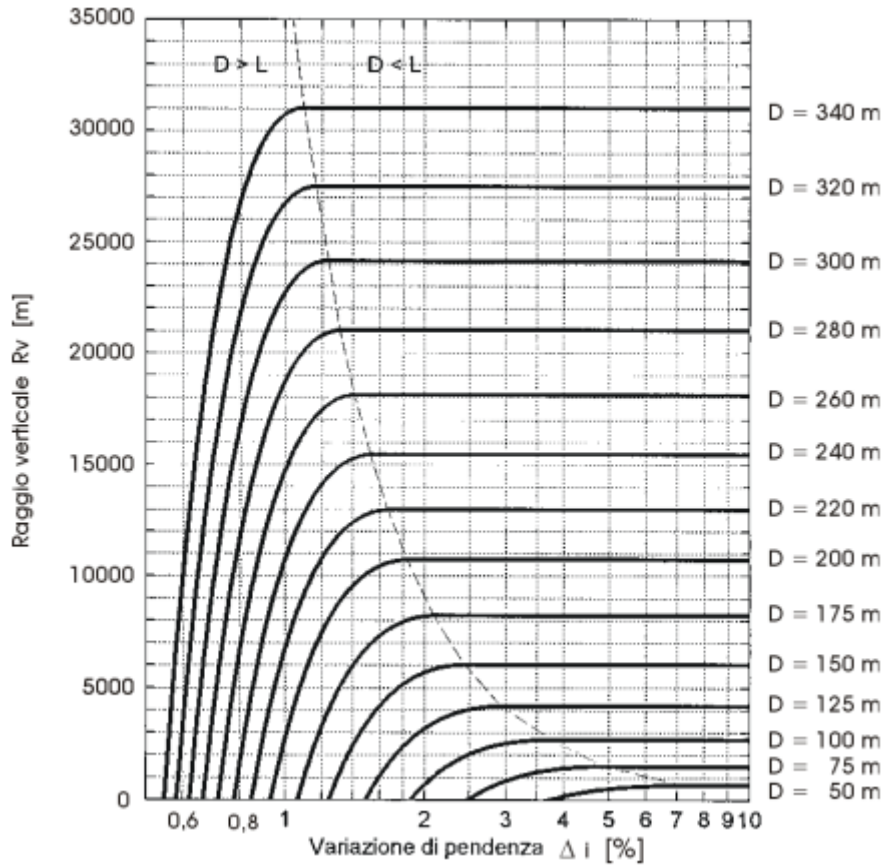
$$R_v = \frac{D^2}{2(h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 \cdot h_2})} \quad D < L$$

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

con:

R_v	raggio del raccordo verticale convesso	[m]
D	distanza di visibilità da realizzare	[m]
Δi	variazione di pendenza delle livellette	[%]
h_1	altezza, sul piano stradale, dell'occhio del conducente	[m]
h_2	altezza dell'ostacolo	[m]

In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone $h_2 = 0,10 \text{ m}$. Viene fornito dal D.M. 05/11/01 una tabella che, per diversi valori di D, le dimensioni di R_v per $h_1 = 1,10 \text{ m}$ e $h_2 = 0,10 \text{ m}$.



Valori di R_v per dossi, con $h_1 = 1,10$ m e $h_2 = 0,10$ m

4.3.2.2. Raccordi verticali concavi (sacche)

Con riferimento alla sola distanza di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, ed in mancanza di luce naturale, il raggio minimo del raccordo viene determinato come di seguito:

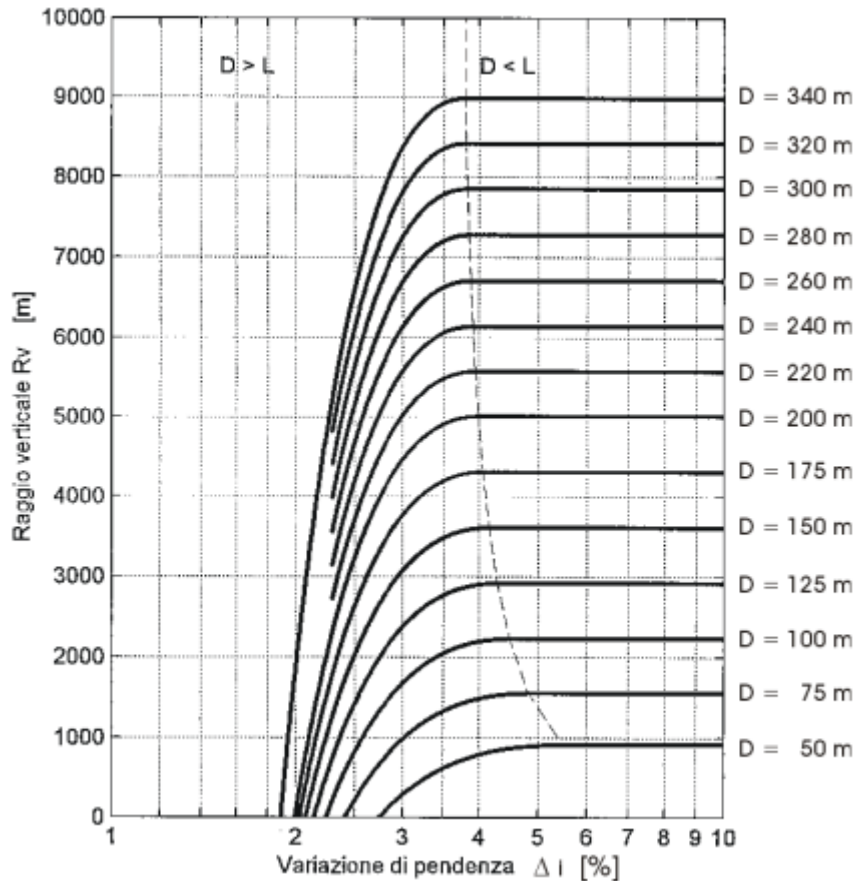
$$R_v = \frac{D^2}{2(h + D \sin \theta)} \quad D < L$$

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

con:

- R_v raggio del raccordo verticale concavo
- D distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso
- Δi variazione di pendenza delle livellette
- h altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale
- θ massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo

Ponendo di norma $h = 0.50$ m e $\theta = 1^\circ$ viene fornito dal *D.M. 05/11/01* la tabella con i valori di R_v in funzione della distanza di visibilità:



Valori di R_v per sacche, con $h = 0.50$ m e $\theta = 1^\circ$

4.4 DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ

La verifica della corretta progettazione comporta la redazione del diagramma di velocità. Esso 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, che deve essere contenuta nei limiti previsti per ogni tipo di strada. Nel caso specifico, la velocità di progetto dovrà essere compresa tra i 20 km/h e i 30 km/h.

Il modello semplificato di variazione della velocità lungo il tracciato, secondo le indicazioni del § 5.3 *del D.M. 05/11/01*, si basa sulle seguenti ipotesi:

- in rettilineo, sugli archi di cerchio con raggio non inferiore a $R_{2.5}$, e nelle clotoidi, la velocità di progetto tende al limite superiore dell'intervallo; gli spazi di accelerazione conseguenti all'uscita da una curva circolare, e quelli di decelerazione per l'ingresso a detta curva, ricadono soltanto negli elementi considerati (rettilineo, curve ampie $R > R_{2.5}$ e clotoidi);
- la velocità è costante lungo tutto lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a $R_{2.5}$;
- i valori dell'accelerazione e della decelerazione restano determinati in 0.8 m/s;
- si assume che le pendenze longitudinali non influenzino la velocità di progetto.

Si definisce distanza di transizione D_T la lunghezza in cui le velocità, conformi al modello teorico ammesso, passa dal valore V_{P1} a V_{P2} di due elementi che si succedono, ed è dato dalla seguente relazione:

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

Con:

IMPRESA



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

ΔV	differenza di velocità	[km/h]
V_m	velocità media tra due elementi	[km/h]
a	accelerazione o decelerazione	$= \pm 0,8 m/s^2$

Si definisce invece distanza di riconoscimento D_r la lunghezza massima del tratto di strada entro il quale il conducente può riconoscere eventuali ostacoli e avvenimenti, ovvero la distanza che l'utente prende in considerazione per stabilire il proprio comportamento di guida. Essa è funzione della velocità e può essere calcolata con l'espressione:

$$D_r = t \times v_p$$

Con:

$$t = 12 \text{ sec}$$

$$v_p \quad \text{riferita all'elemento di raggio maggiore} \quad [\text{m/s}]$$

Secondo questo modello l'apprezzamento di una variazione di curvatura dell'asse, che consente al conducente di modificare la sua velocità, può avvenire solo all'interno della distanza di riconoscimento e quindi, per garantire la sicurezza della circolazione: in caso di decelerazioni la distanza di transizione deve avere una lunghezza non superiore alla distanza di riconoscimento:

$$D_T \leq D_r$$

Inoltre affinché la variazione di curvatura sia effettivamente percepita deve essere:

$$D_T \leq D_v$$

dove con D_v si indica la distanza di visuale libera nel tratto che precede la curva circolare.

Ai fini della costruzione del diagramma delle velocità, è opportuno predisporre preliminarmente il diagramma delle curvature dell'asse stradale, associandolo alle velocità di progetto nei tratti a curvatura costante e quindi individuando i punti di inizio delle manovre di accelerazione e quelli finali per le decelerazioni.

La distanza D somma le lunghezze dei raccordi di transizione e dell'eventuale rettifilo interposto, il tutto fra i punti di tangenza di due curve circolari successive.

Il diagramma delle velocità si ottiene riportando le D_T relative alle manovre di accelerazione o decelerazione dai rispettivi punti di inizio o di fine.

I casi che si possono presentare dipendono dal rapporto fra le lunghezze D e D_T e sono:

- $D > D_T$
- $D = D_T$
- $D < D_T$

5. VERIFICHE DEL TRACCIATO

La progettazione e la verifica dell'asse stradale da realizzarsi all'interno della S.S. 78 tra i comuni di Sarnano e Amandola viene effettuata mediante l'uso di un software di progettazione stradale.

Gli elementi planimetrici del tracciato AP.01, descritti anche nel paragrafo 3 e riepilogati in rigoroso ordine di successione, sono i seguenti:

1. Rettifilo
2. Clotoide cerchio – rettifilo
3. Curva circolare
4. Clotoide cerchio – rettifilo
5. Rettifilo

6. Clotoide cerchio - rettilifo
7. Curva circolare
8. Clotoide di flesso N.1
9. Clotoide di flesso N.2
10. Curva circolare
11. Clotoide di flesso N.1
12. Clotoide di flesso N.2
13. Curva circolare
14. Clotoide cerchio – rettilifo
15. Rettilifo
16. Clotoide cerchio – rettilifo
17. Curva circolare
18. Clotoide cerchio – rettilifo

Gli elementi altimetrici del tracciato (livellette) sono invece 3, aventi pendenza longitudinale rispettivamente pari a -2,50%, -7,00% e 8,00% (in deroga dell'1% rispetto il limite massimo per strada C da D.M. 5/11/2001 Par. 5.3.1), con n. 1 raccordo verticale convesso (dosso) e n.1 raccordo verticale concavo (sacca)

Si riporta qui di seguito le caratteristiche salienti del percorso ASSE.

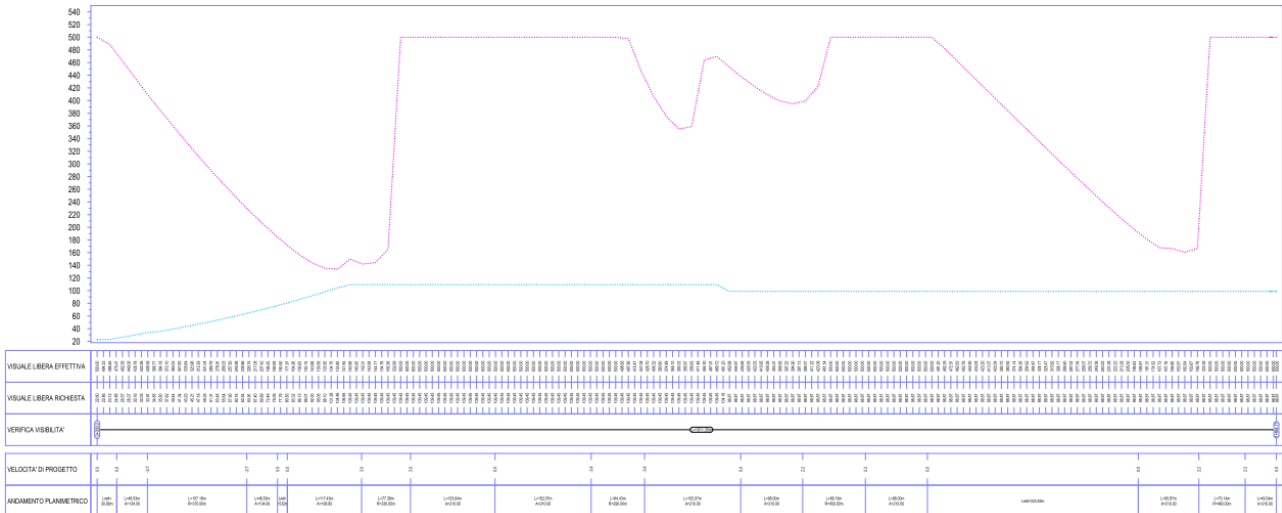
5.1. DISTANZE DI VISIBILITÀ

5.1.1. AP.01

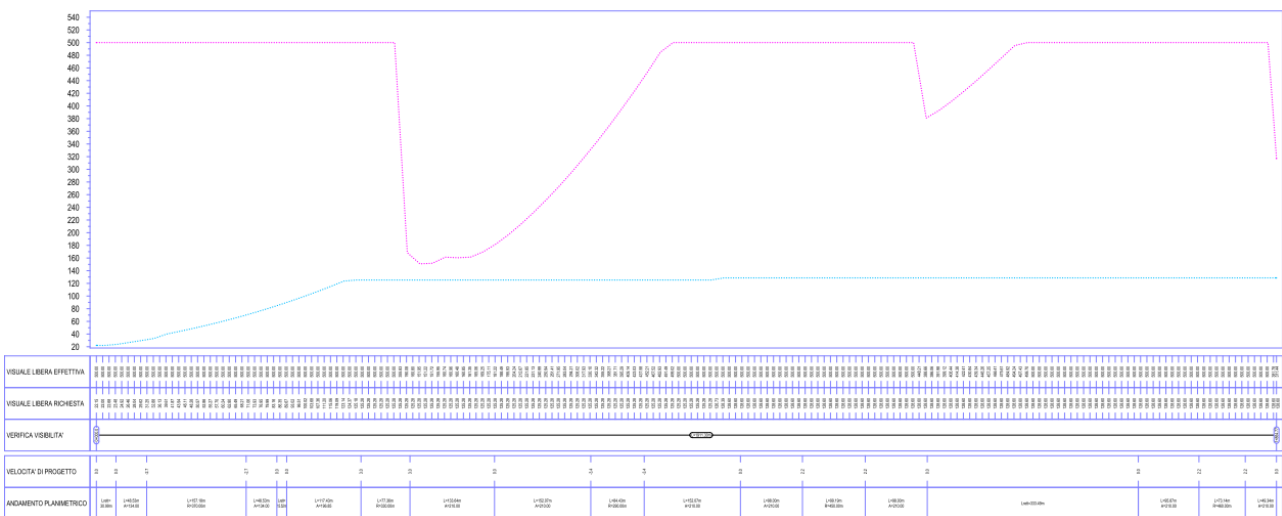
5.1.1.1. Distanza di visibilità per l'arresto

Vengono riportati i relativi diagrammi; in blu è evidenziata la visuale minima richiesta, in viola la visuale minima effettiva.

Andata (direzione Amandola)



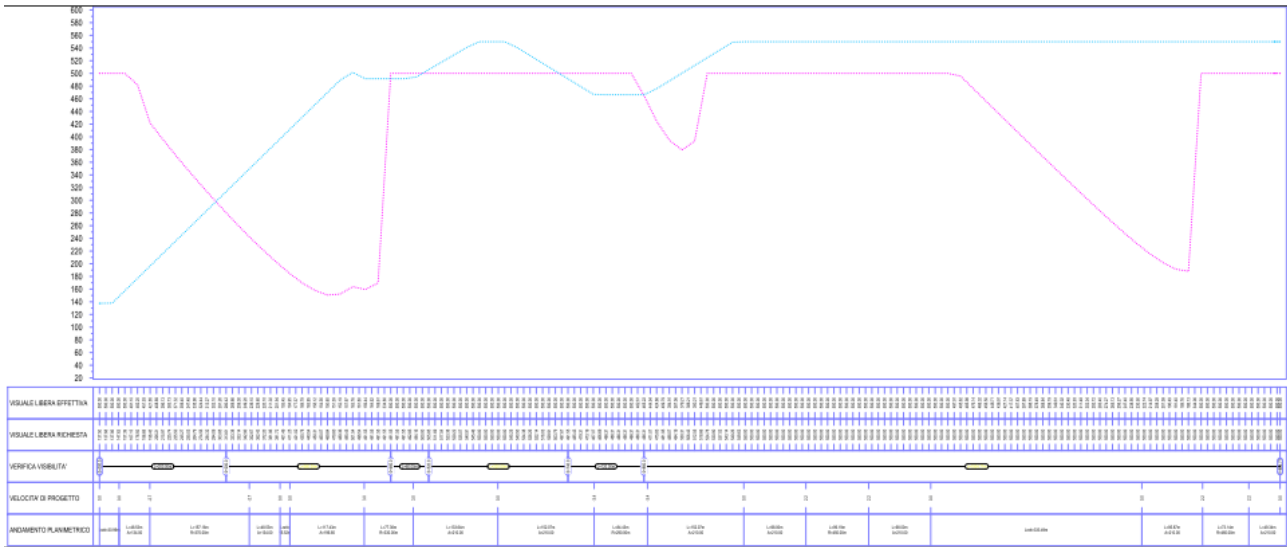
Ritorno (direzione Sarnano)



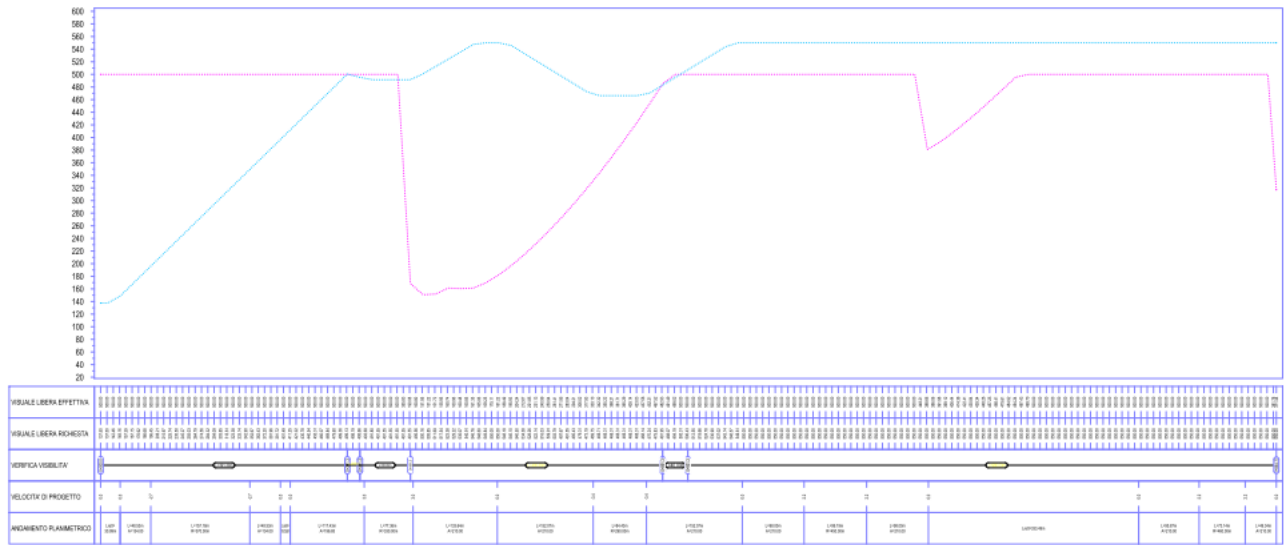
5.1.1.2. Distanza di visibilità per il sorpasso

Vengono riportati i relativi diagrammi; in blu è evidenziata la visuale minima richiesta, in viola la visuale minima effettiva.

Andata (direzione Amandola)



Ritorno (direzione Sarnano)



5.2. VERIFICHE PLANIMETRICHE

Sono riportati qui sotto i report relativi alle verifiche planimetriche.

5.2.1. AP.01

=====

Lettura file di configurazione:

C:\ProgramData\Autodesk\C3D 2024\ita\Data\Corridor Design Standards\Metric\IT_DM-Strade_05.11.2001-(v.3.0).xml

=====

Cat. A (Autostrada Extraurbana)

speed=90 min_radius=339

speed=140 min_radius=339

Cat. A (Autostrada Extraurbana di Servizio)

speed=40 min_radius=45

speed=100 min_radius=45

Cat. A (Autostrada Urbana)

speed=80 min_radius=252

speed=140 min_radius=252

Cat. A (Autostrada Urbana di Servizio)

speed=40 min_radius=51

speed=100 min_radius=51

Cat. B (Extraurbana Principale)

speed=70 min_radius=178

speed=120 min_radius=178

Cat. B (Extraurbana di Servizio)

speed=40 min_radius=45

speed=100 min_radius=45

Cat. C (Extraurbana Secondaria)

speed=60 min_radius=118

speed=100 min_radius=118

Cat. D (Urbana Scorrimento)

speed=50 min_radius=77

speed=80 min_radius=77

Cat. D (Urbana di Servizio)

speed=25 min_radius=19

speed=60 min_radius=19

Cat. E (Urbana di Quartiere)

speed=40 min_radius=51

speed=60 min_radius=51

Cat. F (Locale Extraurbana)

speed=40 min_radius=45

speed=100 min_radius=45

Cat. F (Locale Urbana)

speed=25 min_radius=19

speed=60 min_radius=19

=====
Selezionato il tipo di strada 'Cat. C (Extraurbana Secondaria)'

=====
=====
Analisi del tracciato secondo il DM 5.11.2001

=====
Nome del tracciato: AP01_10-2023 (POST APPALTO)

=====
ID=1 Rettifilo, da progressiva 0+000.00 a 0+030.98 [Lunghezza=30.985m]

> Velocità = 27.02, Velocità massima = 25Km/h

> Punto Iniziale = (2382974.557,4764748.442), Punto Finale = (2382977.702,4764717.617)

****NO**** > La velocità di progetto è 27.018813172241Km/h e non compresa tra 40 e 140 Km/h

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di $22 \cdot V = 594.413889789302m$ con $V = 27.018813172241Km/h$)

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ($R = 370 > L = 30.985$)

ID=2.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+030.98 a 0+079.51 [Lunghezza=48.532m, A=134.003]

> Velocità impostata = 35.7175559767887Km/h)

> Punto Iniziale = (2382977.702,4764717.617), Punto Finale = (2382983.68,4764669.464)

> Limitazione rollio verificata: $A = 134.003 \geq 60.6490970747838$

- > Limitazione contraccollo verificata: $A = 134.003 \geq 26.2598520448216$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata: $A = 134.003 \geq 0,021 \times V^2 = 26.791$
- > Criterio ottico verificato: $A = 134.003$ compreso in tra 123.333 e 370

ID=3 Curva circolare, da progressiva 0+079.51 a 0+236.69 [Lunghezza=157.179m, Raggio=370]

- > Velocità = 63.59, Velocità massima = 25Km/h)
- > Punto Iniziale = (2382983.68,4764669.464), Punto Finale = (2383041.494,4764524.573)
- > Sviluppo della curva OK (maggiore di 44.159m - spazio percorso in 2.5s a 63.5890380240131Km/h)
- > Raggio MIN della curva OK ($R=370m$ maggiore di $R_{min}=118m$ per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

ID=4.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+236.69 a 0+285.22 [Lunghezza=48.53m, A=134]

- > Velocità impostata = 72.1102554652027Km/h)
- > Punto Iniziale = (2383041.494,4764524.573), Punto Finale = (2383070.306,4764485.533)
- > Limitazione rollo verificata: $A = 134 \geq 86.1751384178561$
- > Limitazione contraccollo verificata: $A = 134 \geq 107.183643820991$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata: $A = 134 \geq 0,021 \times V^2 = 109.198$
- > Criterio ottico verificato: $A = 134$ compreso in tra 123.333 e 370

????? > Verificare presenza di un flesso o di un falso ovale

- > Punto Iniziale = (2383041.494,4764524.573), Punto Finale = (2383145.843,4764376.361)

ID=4.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+300.74 a 0+418.17 [Lunghezza=117.428m, A=196.854]

- > Velocità impostata = 91.6380454345955Km/h)
- > Punto Iniziale = (2383079.791,4764473.251), Punto Finale = (2383145.843,4764376.361)
- > Limitazione rollo verificata: $A = 196.854 \geq 126.334052790181$
- > Limitazione contraccollo verificata: $A = 196.854 \geq 152.469115828784$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata: $A = 196.854 \geq 0,021 \times V^2 = 176.348$
- > Criterio ottico verificato: $A = 196.854$ compreso in tra 110 e 330

ID=5 Curva circolare, da progressiva 0+418.17 a 0+495.53 [Lunghezza=77.364m, Raggio=330]

- > Velocità = 89.42, Velocità massima = 89.37284272493Km/h)
- > Punto Iniziale = (2383145.843,4764376.361), Punto Finale = (2383173.215,4764304.19)
- > Sviluppo della curva OK (maggiore di 62.099m - spazio percorso in 2.5s a 89.4220934856322Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=330m maggiore di R_min=118m per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

ID=6 Elemento di tipo non supportato: [Autodesk.Civil.DatabaseServices.AlignmentSSCSS (271)]

> Punto Iniziale = (2383173.215,4764304.19), Punto Finale = (2383244.206,4763945.549)

ID=7.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+865.67 a 1+017.73 [Lunghezza=152.069m, A=210]

> Velocità impostata = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (2383244.206,4763945.549), Punto Finale = (2383349.849,4763836.812)

> Limitazione rollio verificata: A = 210 >= 116.571228700964

> Limitazione contraccollo verificata: A = 210 >= 183.84831408368

****NO**** > Limitazione contraccollo semplificata ***NON*** verificata: A = 210 < 0,021 x V² = 210

> Criterio ottico verificato: A = 210 compreso in tra 96.667 e 290

????? > Verificare presenza di un flesso o di un falso ovale

> Punto Iniziale = (2383244.206,4763945.549), Punto Finale = (2383421.598,4763770.135)

ID=7.2 Curva a raggio variabile, da progressiva 1+017.73 a 1+115.73 [Lunghezza=98m, A=210]

> Velocità impostata = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (2383349.849,4763836.812), Punto Finale = (2383421.598,4763770.135)

> Limitazione rollio verificata: A = 210 >= 144.087295351585

> Limitazione contraccollo verificata: A = 210 >= 171.177869355508

****NO**** > Limitazione contraccollo semplificata ***NON*** verificata: A = 210 < 0,021 x V² = 210

> Criterio ottico verificato: A = 210 compreso in tra 150 e 450

ID=8 Curva circolare, da progressiva 1+115.73 a 1+214.93 [Lunghezza=99.194m, Raggio=450]

> Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (2383421.598,4763770.135), Punto Finale = (2383480.654,4763690.686)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a 100Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=450m maggiore di R_min=118m per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

ID=9.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 1+214.93 a 1+312.93 [Lunghezza=98m, A=210]

> Velocità impostata = 100Km/h)

- > Punto Iniziale = (2383480.654,4763690.686), Punto Finale = (2383523.821,4763602.763)
- > Limitazione rollio verificata: $A = 210 \geq 153.052278675416$
- > Limitazione contraccollo verificata: $A = 210 \geq 178.589924471032$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata: $A = 210 \geq 0,021 \times V^2 = 210$
- > Criterio ottico verificato: $A = 210$ compreso in tra 150 e 450

????? > Verificare presenza di un flesso o di un falso ovale

- > Punto Iniziale = (2383480.654,4763690.686), Punto Finale = (2383695.858,4763209.474)

ID=9.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 1+646.42 a 1+742.29 [Lunghezza=95.87m, A=210]

- > Velocità impostata = 100Km/h)
- > Punto Iniziale = (2383659.837,4763298.27), Punto Finale = (2383695.858,4763209.474)
- > Limitazione rollio verificata: $A = 210 \geq 153.998557066921$
- > Limitazione contraccollo verificata: $A = 210 \geq 178.555105219151$

****NO**** > Limitazione contraccollo semplificata ***NON*** verificata: $A = 210 < 0,021 \times V^2 = 210$

- > Criterio ottico verificato: $A = 210$ compreso in tra 153.333 e 460

ID=10 Curva circolare, da progressiva 1+742.29 a 1+815.43 [Lunghezza=73.138m, Raggio=460]

- > Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h)
- > Punto Iniziale = (2383695.858,4763209.474), Punto Finale = (2383712.969,4763138.445)
- > Sviluppo della curva OK (maggiore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a 100Km/h)
- > Raggio MIN della curva OK ($R=460m$ maggiore di $R_{min}=118m$ per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

ID=11 Curva a raggio variabile, da progressiva 1+815.43 a 1+911.30 [Lunghezza=95.87m, A=210]

- > Velocità impostata = 100Km/h)
- > Punto Iniziale = (2383712.969,4763138.445), Punto Finale = (2383721.336,4763042.988)
- > Limitazione rollio verificata: $A = 210 \geq 153.998556991796$
- > Limitazione contraccollo verificata: $A = 210 \geq 178.555105248233$

****NO**** > Limitazione contraccollo semplificata ***NON*** verificata: $A = 210 < 0,021 \times V^2 = 210$

- > Criterio ottico verificato: $A = 210$ compreso in tra 153.333 e 460

5.2.2. VS.01

=====
Lettura file di configurazione:

C:\ProgramData\Autodesk\C3D 2024\ita\Data\Corridor Design Standards\Metric\IT_DM-Strade_05.11.2001-(v.3.0).xml

=====
Cat. A (Autostrada Extraurbana)

speed=90 min_radius=339

speed=140 min_radius=339

Cat. A (Autostrada Extraurbana di Servizio)

speed=40 min_radius=45

speed=100 min_radius=45

Cat. A (Autostrada Urbana)

speed=80 min_radius=252

speed=140 min_radius=252

Cat. A (Autostrada Urbana di Servizio)

speed=40 min_radius=51

speed=100 min_radius=51

Cat. B (Extraurbana Principale)

speed=70 min_radius=178

speed=120 min_radius=178

Cat. B (Extraurbana di Servizio)

speed=40 min_radius=45

speed=100 min_radius=45

Cat. C (Extraurbana Secondaria)

speed=60 min_radius=118

speed=100 min_radius=118

Cat. D (Urbana Scorrimento)

speed=50 min_radius=77

speed=80 min_radius=77

Cat. D (Urbana di Servizio)

speed=25 min_radius=19

speed=60 min_radius=19

Cat. E (Urbana di Quartiere)

speed=40 min_radius=51

speed=60 min_radius=51

Cat. F (Locale Extraurbana)

speed=40 min_radius=45

speed=100 min_radius=45

Cat. F (Locale Urbana)

speed=25 min_radius=19

speed=60 min_radius=19

=====
Analisi del tracciato secondo il DM 5.11.2001
=====

Nome del tracciato: VS.01
=====

ID=1 Rettifilo, da progressiva 0+000.00 a 0+022.36 [Lunghezza=22.368m]

> Velocità = 30, Velocità massima = 30Km/h

> Punto Iniziale = (2383617.343,4763393.4), Punto Finale = (2383638.118,4763401.69)

****NO**** > La velocità di progetto è 30Km/h e non compresa tra 40 e 140 Km/h

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di $22 \cdot V = 660\text{m}$ con $V=30\text{Km/h}$)

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ($R=60 > L=22.368$)

ID=2.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+022.36 a 0+037.36 [Lunghezza=15m, A=30]

> Velocità impostata = 30Km/h)

> Punto Iniziale = (2383638.118,4763401.69), Punto Finale = (2383651.796,4763407.82)

> Limitazione rollio verificata: $A = 30 \geq 22.3606797749979$

> Limitazione contraccolpo verificata: $A = 30 \geq 18.5598084661406$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata: $A = 30 \geq 0,021 \times V^2 = 18.9$

> Criterio ottico verificato: $A = 30$ compreso in tra 20 e 60

ID=2.2 Curva circolare, da progressiva 0+037.36 a 0+078.84 [Lunghezza=41.475m, Raggio=60]

> Punto Iniziale = (2383651.796,4763407.82), Punto Finale = (2383678.619,4763438.37)

????? > Necessario allargamento in curva: raggio $R = 60 < 45/0.2 = 225$; $E = 0.75$

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 20.833m - spazio percorso in 2.5s a 30Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ($R=60m$ maggiore di $R_{min}=45m$ per tipo strada='Cat. F (Locale Extraurbana)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato: $A1/A2 = 30/30 = 1$ compreso tra $2/3$ e $3/2$

ID=2.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+078.84 a 0+093.84 [Lunghezza=15m, A=30]

> Velocità impostata = 30Km/h)

> Punto Iniziale = (2383678.619,4763438.37), Punto Finale = (2383682.927,4763452.727)

> Limitazione rollo verificata: $A = 30 \geq 22.3606797749979$

> Limitazione contraccolpo verificata: $A = 30 \geq 18.5598084661406$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata: $A = 30 \geq 0,021 \times V^2 = 18.9$

> Criterio ottico verificato: $A = 30$ compreso in tra 20 e 60

ID=3 Rettifilo, da progressiva 0+093.84 a 0+094.86 [Lunghezza=1.026m]

> Velocità = 30, Velocità massima = 30Km/h

> Punto Iniziale = (2383682.927,4763452.727), Punto Finale = (2383683.181,4763453.721)

****NO**** > La velocità di progetto è 30Km/h e non compresa tra 40 e 140 Km/h

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di $22 \times V=660m$ con $V=30Km/h$)

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ($R=60 > L=1.026$)

5.3. VERIFICHE ALTIMETRICHE

Sono riportati qui sotto i report relativi alle verifiche altimetriche.

5.3.1. AP.01

Verifica altimetrica Livelletta AP.01		
1 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 0 Progressiva finale: 0.96 Lunghezza L (m): 0.96 Pendenza (%): -2.5
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 -2.5 <= 7
2 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 0.96 Progressiva finale: 18.13 Tipo raccordo: Dosso Raggio raccordo vert.(m): 400 Pendenza in ingresso (%): -2.5 Pendenza in uscita (%): -6.81 Lunghezza L (m): 17.17 Velocità di progetto (km/h): 25
	Verifica percorribilità raccordo: OK	Raggio verticale minimo (m): 20 400 >= 20
	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 80.38 400 >= 80.38
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 22.82 Raggio verticale minimo (m): -948.63 400 >= -948.63
	Verifica visuale libera sorpasso : Errore	Distanza di sorpasso D (m): 137.5 Raggio verticale minimo (m): 1641.83 Errore: 400 < 1641.83
3 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 18.13 Progressiva finale: 95.88 Lunghezza L (m): 77.75 Pendenza (%): -6.81
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 -6.81 <= 7
4 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 95.88 Progressiva finale: 981.89 Tipo raccordo: Sacca Raggio raccordo vert.(m): 6000 Pendenza in ingresso (%): -6.81 Pendenza in uscita (%): 8 Lunghezza L (m): 886.01 Velocità di progetto (km/h): 100
	Verifica percorribilità raccordo: OK	Raggio verticale minimo (m): 40 6000 >= 40
	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 1286.01 6000 >= 1286.01
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 166.03 Raggio verticale minimo (m): 4056.6 6000 >= 4056.6
5 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 981.89 Progressiva finale: 1864.77 Lunghezza L (m): 882.88 Pendenza (%): 8
	Verifica pendenza massima: Errore	Pendenza massima (%): 7 Errore: 8 > 7

5.3.2. VS.01

Verifica altimetrica Livelletta VS.01		
1 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 0
		Progressiva finale: 18.07
	Verifica pendenza massima: OK	Lunghezza L (m): 18.07
		Pendenza (%): -2
2 - Raccordo	Dati	Pendenza massima (%): 10
		-2 <= 10
		Progressiva iniziale: 18.07
		Progressiva finale: 67.88
		Tipo raccordo: Dosso
		Raggio raccordo vert.(m): 1000
	Verifica percorribilità raccordo: OK	Pendenza in ingresso (%): -2
		Pendenza in uscita (%): -7
	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Lunghezza L (m): 49.81
		Velocità di progetto (km/h): 30
	Verifica visuale libera arresto : OK	Raggio verticale minimo (m): 20
		1000 >= 20
Verifica visuale libera sorpasso : Errore	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6	
	Raggio verticale minimo (m) : 115.74	
	1000 >= 115.74	
	Distanza di arresto D (m): 28.61	
3 - Livelletta	Dati	Raggio verticale minimo (m): 219.59
		1000 >= 219.59
	Verifica pendenza massima: OK	Distanza di sorpasso D (m): 165
		Raggio verticale minimo (m): 3079.78
		Errore: 1000 < 3079.78
		Progressiva iniziale: 67.88
		Progressiva finale: 94.87
		Lunghezza L (m): 26.99
		Pendenza (%): -7
		Pendenza massima (%): 10
		-7 <= 10