

ADEGUAMENTO S.S. n°87 "SANNITICA"

INTERVENTI LOCALIZZATI PER GARANTIRE LA PERCORRIBILITA' IMMEDIATA TRATTO "CAMPOBASSO – BIVIO S.ELIA"

LOTTI A2 E A3

PROGETTO DEFINITIVO

CB-150

A.T.I. di PROGETTAZIONE:

(Mandataria)

bonifica spa

(Mandante)

SOIL Geotechnics Geology Structures Offshore
ENGINEERING

(Mandante)

FRANCHETTI

IL PROGETTISTA:

Ing. Franco Persio Bocchetto - Ordine Ing. Roma n.° 8664-Sez A
Ing. Luigi Albert – Ordine Ing. Milano n.° 14725-Sez A
Ing. Paolo Franchetti – Ordine Ing. Vicenza n.° 2013-Sez A

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Anna Maria Bruna
- Ordine Geol. Lazio n. 1531

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE
DISCIPLINE SPECIALISTICHE

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

COORDINATORE PER LA SICUREZZA:

Ing. Andrea Maria Enea Failla - Ordine Ing. Catania n.°A6701

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. CLAUDIO BUCCI

04 PS-PROGETTO STRADALE

04.01 Generale

Relazione tecnica progetto stradale

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV.PROG. ANNO

D	P	C	B	0	1	5	0	D	2	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

NOME FILE:

TO0PS00TRARE01B

REVISIONE

SCALA

CODICE
ELAB.

T	0	0	P	S	0	0	T	R	A	R	E	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

B

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
B	ISTRUTTORIA ANAS LUGLIO 2022	Luglio 2022	Geom. M.D'Amadio	Ing. A.Tosiani	Ing.F.P.Bocchetto
A	EMISSIONE	Aprile 2022	Geom. M.D'Amadio	Ing. A.Tosiani	Ing.F.P.Bocchetto

INDICE

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	5
3	INQUADRAMENTO FUNZIONALE.....	6
3.1	Rettifili	6
3.2	Curve circolari.....	7
3.3	Clotoidi	11
4	CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI	13
4.1	Caratteristiche tecniche della s.s. 87	14
4.1.1	Caratteristiche dell'intervento	14
4.1.2	Sezioni tipo	14
4.1.3	Sovrastruttura Stradale.....	15
4.1.4	Velocità di progetto	20
4.1.5	Diagramma di velocità	20
4.1.6	Input dati con verifica degli elementi geometrici	20
4.1.7	Elementi planimetrici.....	24
4.1.8	Dati di tracciamento	25
4.1.9	Dati altimetrici	32
4.1.10	Livellette	32
4.1.11	Raccordi parabolici.....	32
4.1.12	Raccordi convessi.....	33
4.1.13	Raccordi concavi	34
4.2	Distanze di visuale libera	35
4.2.1	Allargamento in curva per iscrizione.....	39
4.2.2	Allargamento in curva per la visibilità	39
4.2.3	Diagramma di visibilità.....	39
5	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO.....	40
6	ROTATORIA.....	41
6.1.1	Larghezza degli elementi modulari	41
6.1.2	Deviazione delle traiettorie.....	41
6.1.3	Verifica raggio di deflessione	43
6.1.4	Verifica della Distanza di Visibilità.....	43
6.1.5	Verifica della Distanza di Arresto	44
6.1.6	Sezione tipo	46
7	INTERSEZIONI	46
7.1.1	Tratti specializzati	46
7.2	Triangoli Di Visibilità	51
8	PIAZZOLE DI SOSTA.....	54
8.1.1	Ubicazione piazzole di sosta	54
9	VIABILITA' SECONDARIE	54
9.1	premessa	54
9.2	criteri e caratteristiche progettuali.....	55
9.2.1	Asse 1.....	55
9.2.2	Asse P.L. e Asse F.S.....	56
9.2.3	Asse S.P. 56.....	56
9.2.4	Assi 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 - 9.....	56

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

10	BARRIERE DI CONTENIMENTO STRADALI E SEGNALETICA.....	57
10.1	barriere di sicurezza	57
10.2	Classificazione delle barriere di sicurezza.....	58
10.3	La Normativa europea.....	58
10.4	SEGNALETICA.....	59
11	OPERE D'ARTE MAGGIORI.....	59
11.1	SEZIONE TIPO IN VIADOTTO	60
11.2	SOTTOSTRUTTURE.....	63
12	OPERE D'ARTE MINORI.....	64
12.1	OPERE IDRAULICHE	64
12.2	OPERE DI SOSTEGNO.....	65
13	IDRAULICA DI PIATTAFORMA	67

FIGURE

FIGURA 1	– STATO DI FATTO	4
FIGURA 2	– SEZIONE TIPO C2 E CARATTERISTICHE DA NORMATIVA	6
FIGURA 3	– SEZIONE TIPO IN RILEVATO	14
FIGURA 4	– SEZIONE TIPO IN SCAVO.....	15
FIGURA 4	– SEZIONE TIPO IN VIADOTTO	15
FIGURA 5	– DETTAGLIO PAVIMENTAZIONE.....	16
FIGURA 6	– DIAGRAMMA VELOCITÀ (2 DI 2).....	20
FIGURA 7	– DIAGRAMMA DI VISIBILITÀ	39
FIGURA 8	– NUOVO TRACCIATO SU FOTOMOSAICO	40
FIGURA 9	– COSTRUZIONE GEOMETRICA PER LA DETERMINAZIONE DELL'ANGOLO DI DEVIAZIONE β , SECONDO D.M. 19/04/2006	42
FIGURA 10	– SCHEMA VISIBILITÀ IN ROTATORIA SECONDO D.M. 19/04/2006	44
FIGURA 11	– VERIFICA DI VISIBILITÀ	45
FIGURA 12	– SEZIONE TIPO ROTATORIA IN RILEVATO	46
FIGURA 13	– SEZIONE TIPO ROTATORIA IN SCAVO	46
FIGURA 14	: SCHEMA CORSIA CENTRALE DI ACCUMULO NORME CNR 31/73 (FIG. 31).....	47
FIGURA 15	: TEMPO MEDIO DI ATTESA E [w] IN UNA CORSIA DI ACCUMULO	49
FIGURA 16	: NUMERO MEDIO DI VEICOLI IN ATTESA E [q] IN UNA CORSIA DI ACCUMULO.....	50
FIGURA 14	– DIMENSIONAMENTO CORSIE INTERSEZIONE CON S.P. 56	51
FIGURA 15	– DIMENSIONAMENTO CORSIE INTERSEZIONE CON VIABILITÀ LOCALE.....	51
FIGURA 16	– VERIFICA DI VISIBILITÀ S.P. 56.....	53
FIGURA 17	– VERIFICA DI VISIBILITÀ VIABILITÀ LOCALE PER P.L.	53
FIGURA 18	– SCHEMA DI PIAZZOLA DI SOSTA.....	54
FIGURA 19	– SEZIONE TIPO ASSE 1	56
FIGURA 20	– SEZIONE TIPO ASSE P.L. E F.S.	56
FIGURA 21	– SEZIONE TIPO IN RILEVATO	57
FIGURA 22	– SEZIONE TIPO IN SCAVO	57

TABELLE

TABELLA 1	- CURVA 1	21
TABELLA 2	- CURVA 2	21
TABELLA 3	- CURVA 3	22
TABELLA 4	- CURVA 4	22
TABELLA 5	- CURVA 5	23
TABELLA 6	- CURVA 6	23
TABELLA 7	- CURVA 7	24
TABELLA 8	- ELEMENTI PLANIMETRICI.....	25
TABELLE 9	- DATI DI TRACCIAMENTO.....	31

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

TABELLA 10 - CARATTERISTICHE DELLE LIVELLETTE	32
TABELLA 11 - CARATTERISTICHE DELLE CURVE VERTICALI	35
TABELLA 12 - DIMENSIONI DEGLI ELEMENTI MODULARI DELLE ROTATORIE SECONDO D.M. 19/04/2006	41
TABELLA 21: LUNGHEZZA TRATTO DI MANOVRA LC NORME CNR 31/73 (TABELLA IV)	47

1 PREMESSA

Nella presente relazione sono riportate le caratteristiche tecniche del progetto Definitivo della S.S.87 "Sannitica". L'intervento di piano consiste nella realizzazione dei lotti A2 e A3, funzionali solo se realizzati entrambi, che si pongono in continuità con gli interventi già eseguiti e proseguono l'ammodernamento della S.S.87 in direzione di Campobasso per un'estesa di circa 3+558,00 m in comune di Campolieto.

Il tracciato di progetto prevede un tracciato in variante tra il Km 155+500 ed il Km 159+600, il miglioramento degli standard esistenti lungo la S.S.87 alle caratteristiche tecnico-funzionali di una strada tipo C2 "extraurbana secondaria" ai sensi del DM 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", cui è associato un intervallo di velocità 60÷100 Km/h.

L'intervento è caratterizzato dall'eliminazione per la direttrice principale di traffico di due passaggi a livello sulla linea FS "Campobasso-Termoli", il primo al Km 156+250 della S.S.87 "Sannitica" ed il secondo al Km 159+600 in corrispondenza della stazione di Campolieto/Monacilioni, che però restano attivi per il transito della sola viabilità locale.

Nel seguito, dopo aver riportato le normative di riferimento impiegate per la progettazione (Cap. 2) è riportato l'inquadramento funzionale (Cap. 3). Successivamente sono riportati i criteri e le caratteristiche progettuali impiegate per la definizione dell'andamento piano-altimetrico (Cap. 4) e le verifiche di conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001 (Cap. 5).

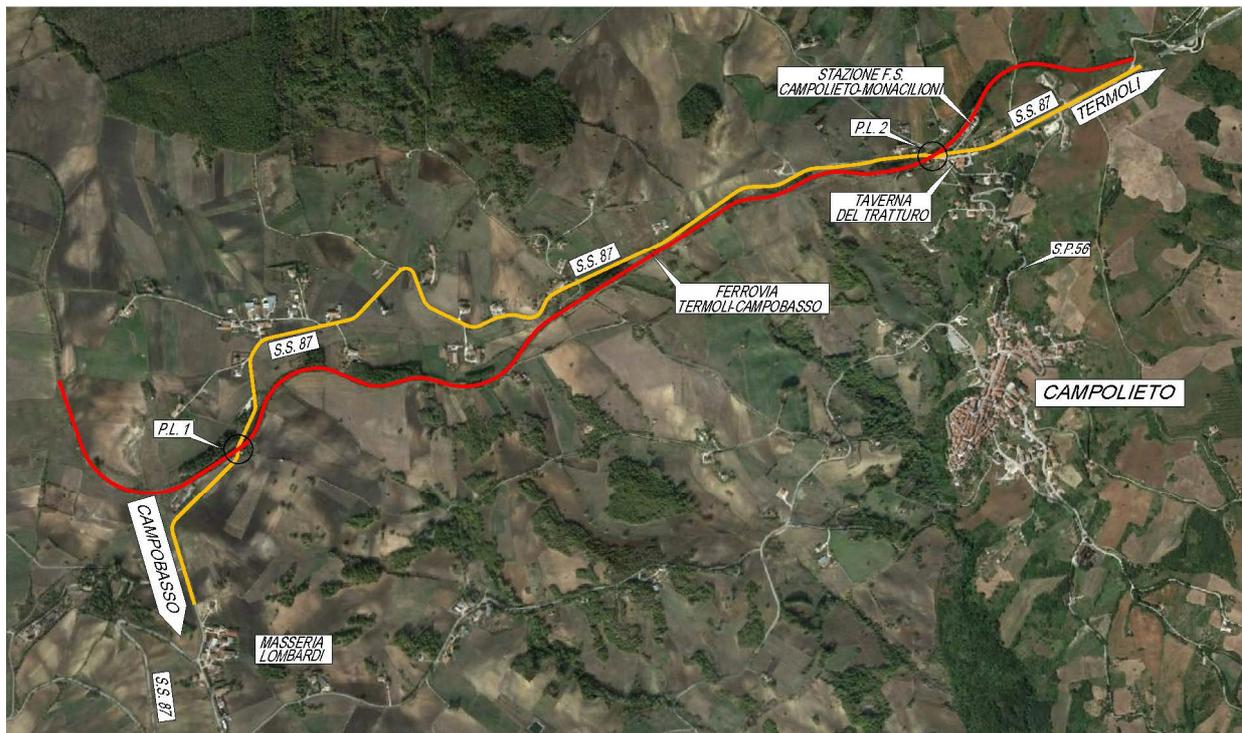


Figura 1 – Stato di fatto

2 **NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

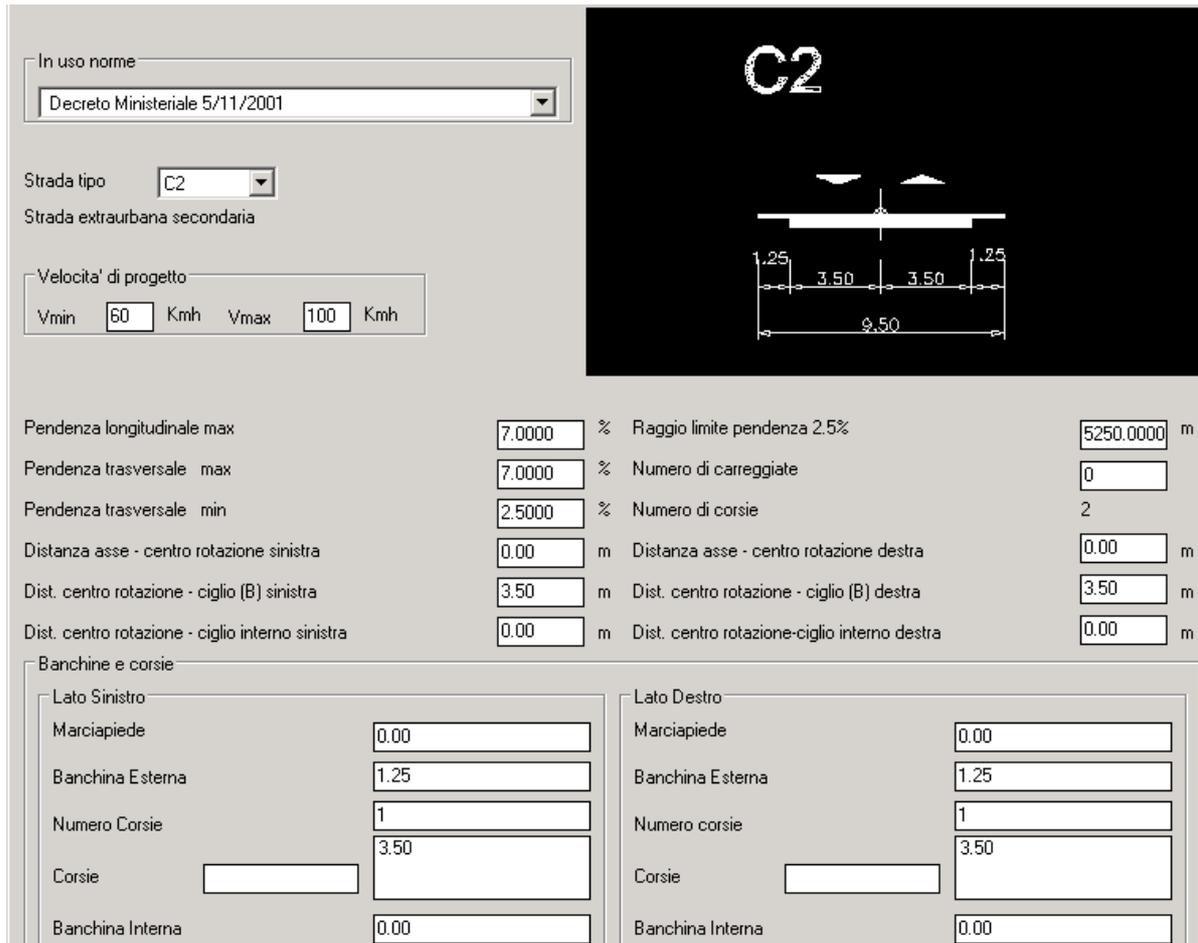
Il tracciato di variante è stato progettato nel rispetto della normativa stradale italiana vigente:

- D. L. 30/04/1992 n.285: "Nuovo codice della strada" (G.U. 18/05/1992 n.114 suppl.)
- modificato ed integrato dal D.L. 10/10/1993 n.360 (G.U. 15/09/1993 n.217 suppl.);
- D.P.R. 16/12/1992 n.495: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada" (G:U: 28/12/1992 n.303 suppl.);
- D.P.R. 16/09/1996 n.610: "Regolamento recante modifiche al D.P.R. 16/12/1992 n.495 concernente il regolamento di esecuzione e di attuazione del "Nuovo Codice della Strada" e s.m.i.;
- D.M. 05/11/2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 22/04/2004: "Modifica del decreto 5/11/2001 n.6792, relativo alle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 19/04/2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- L. 29/07/2010 n.210 "Disposizioni in materia di sicurezza stradale";
- Direttiva LL.PP del 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
- D.M. 18/02/1992 n. 223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.M. 03/06/1998: "Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale";
- D.M. 21/06/2004: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale";
- D.M. 01/04/2019: "Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM)";
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/07/2010 n.62032: "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- 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" (G:U: del 28/12/2000 n.301).

3 INQUADRAMENTO FUNZIONALE

L'infrastruttura stradale è inquadrata come "Strada extraurbana secondaria" tipo C2 secondo le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001.

Per quanto riguarda le caratteristiche funzionali, è stata adottata una sezione tipo stradale a due corsie di marcia con ciascuna corsia pari a m 3,50 e banchine laterali pari a m 1,25 per una larghezza complessiva della piattaforma stradale pari a m 9,50, come illustrato nella figura seguente.



The image shows a software interface for road design. On the right, a cross-section diagram of a C2 road is shown with a total width of 9.50m, consisting of two 3.50m lanes and two 1.25m shoulders. On the left, a form contains the following data:

In uso norme	Decreto Ministeriale 5/11/2001				
Strada tipo	C2				
Strada extraurbana secondaria					
Velocità di progetto					
Vmin	60	Kmh	Vmax	100	Kmh
Pendenza longitudinale max	7.0000	%	Raggio limite pendenza 2.5%	5250.0000	m
Pendenza trasversale max	7.0000	%	Numero di carreggiate	0	
Pendenza trasversale min	2.5000	%	Numero di corsie	2	
Distanza asse - centro rotazione sinistra	0.00	m	Distanza asse - centro rotazione destra	0.00	m
Dist. centro rotazione - ciglio (B) sinistra	3.50	m	Dist. centro rotazione - ciglio (B) destra	3.50	m
Dist. centro rotazione - ciglio interno sinistra	0.00	m	Dist. centro rotazione-ciglio interno destra	0.00	m
Banchine e corsie					
Lato Sinistro			Lato Destro		
Marciapiede	0.00		Marciapiede	0.00	
Banchina Esterna	1.25		Banchina Esterna	1.25	
Numero Corsie	1		Numero corsie	1	
Corsie	3.50		Corsie	3.50	
Banchina Interna	0.00		Banchina Interna	0.00	

Figura 2 – Sezione tipo C2 e caratteristiche da normativa

3.1 RETTIFILI

Lunghezza massima rettifili

La lunghezza dei rettifili è stata contenuta al di sotto del valore massimo prescritto (per evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna):

$$L_{r \max} = 22 \cdot V_{P\max}$$

dove $V_{P\max}$ è la massima velocità di progetto desunta dal diagramma di velocità.

Lunghezza minima rettifili

I rettifili sono stati mantenuti al di sopra dei valori minimi prescritti $L_{r\ min}$, riportati nella tabella seguente, in funzione della massima velocità di progetto V_{Pmax} desunta dal diagramma di velocità.

V_{Pmax} [km/h]	60	70	80	90	100
$L_{r\ min}$ [m]	50	65	90	115	150

Pendenza trasversale lungo i rettifili

Allo scopo di garantire l'allontanamento dell'acqua superficiale, a ciascuna carreggiata della piattaforma stradale in rettilineo è stata assegnata una pendenza trasversale pari a $q = 2,5\%$.

3.2 CURVE CIRCOLARI

Velocità di progetto lungo le curve circolari

La velocità di progetto V_p lungo le curve circolari varia in funzione del raggio di curvatura R . Per la definizione della legge di variazione, occorre definire due valori del raggio, R_{min} e R^* , a partire dall'equazione di equilibrio allo sbandamento del veicolo in curva:

$$(V_p)^2 / [(127 \cdot R)] = (q + f_t)$$

dove:

- V_p = velocità di progetto [km/h];
- R = raggio [m];
- q = pendenza trasversale [unità assolute];
- $f_t = f_t(V_p)$ = quota parte del massimo valore coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente variabile in funzione della velocità di progetto secondo la tabella che segue:

V_{Pmax} [km/h]	60	80	100
f_t	0,17	0,13	0,11

Il valore R_{min} è quello che verifica l'equazione l'equilibrio allo sbandamento del veicolo in curva in corrispondenza di $V_p = V_{Pmin}$, $q = q_{max}$, $f_t = f_t(V_{Pmin}) = f_{tmax}$, ovvero:

$$R_{min} = (V_{Pmin})^2 / [127 \cdot (q_{max} + f_{tmax})] \quad [m]$$

Il valore R^* è quello che verifica l'equazione l'equilibrio allo sbandamento del veicolo in curva in corrispondenza di $V_p = V_{Pmax}$, $q = q_{max}$, $f_t = f_t(V_{Pmax}) = f_{tmin}$, ovvero:

$$R^* = (V_{Pmax})^2 / [127 \cdot (q_{max} + f_{tmin})] \quad [m]$$

Per $R_{min} \leq R \leq R^*$ la velocità di progetto si ricava dall'equazione di equilibrio allo sbandamento del veicolo in curva tenendo conto che $q_{max} = 0,07$ e che f_t varia in funzione della velocità di progetto secondo la tabella riportata in precedenza (interpolando per velocità intermedie).

Per $R > R^*$ la velocità di progetto è costante e pari a $V_p = V_{Pmax}$.

Raggio minimo curve circolari

Il raggio minimo delle curve circolari R_{min} è pari al valore che verifica l'equazione (equilibrio allo sbandamento del veicolo in curva):

$$(V_{Pmin})^2 / [(127 \cdot R_{min})] = (q_{max} + f_{tmax})$$

da cui risulta:

$$R_{\min} = (V_{P\min})^2 / [127 \cdot (q_{\max} + f_{t\max})] \quad [m]$$

dove:

- $V_{P\min}$ = limite inferiore dell'intervallo di velocità di progetto [km/h];
- q_{\max} = pendenza trasversale massima [unità assolute];
- $f_{t\max} = f_t(V_{P\min})$ = quota parte del massimo valore coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente.

Per il tipo di strada in esame si ha $V_{P\min} = 60$ km/h, $f_{t\max} = 0,17$, $q_{\max} = 0,07$, pertanto risulta un valore del raggio minimo prescritto pari a:

$$R_{\min} = 118 \text{ m}$$

Tuttavia, si osserva che, per il soddisfacimento delle condizioni richieste dall'esame del diagramma di velocità, occorre che, per il tipo di strada ($V_{P\max} = 100$ km/h), 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. Pertanto, il raggio minimo adottabile per le curve circolari è quello corrispondente ad una velocità di progetto pari a $V_p = 90$ km/h che risulta essere pari a $R_{90} = 339$ m.

Per le curve circolari inserite nel tracciato è stato adottato un valore del raggio minimo pari a:

$$R_{\min \text{ adottato}} = 875 \text{ m} > R_{90} = 339 \text{ m}.$$

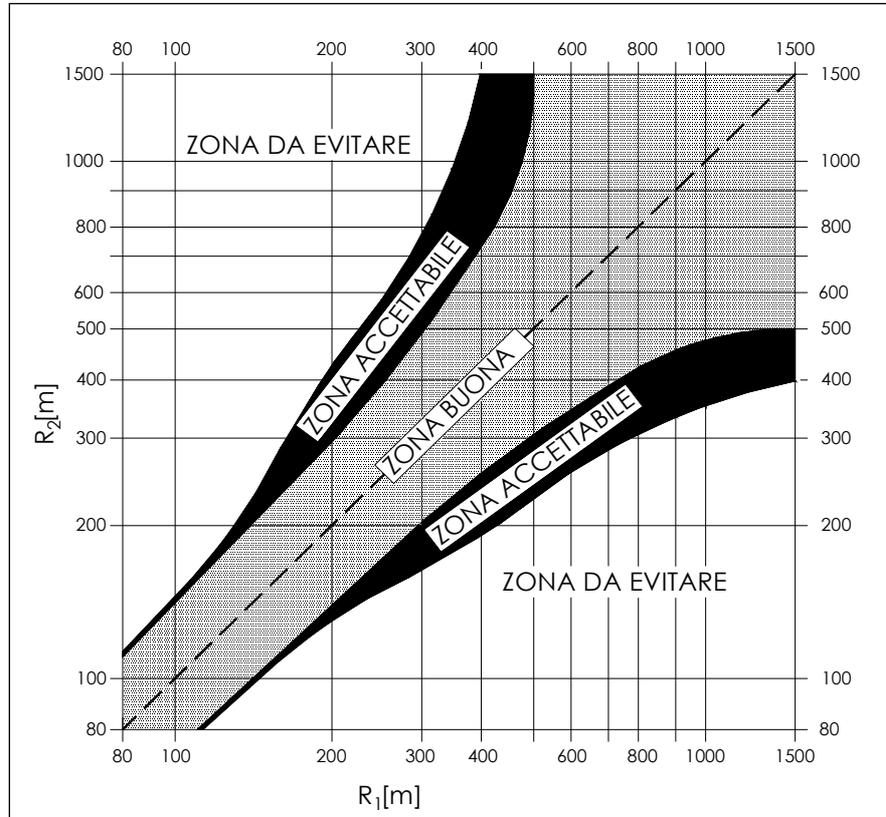
Sviluppo minimo curve circolari

Le curve circolari sono state progettate con uno sviluppo superiore allo sviluppo minimo prescritto $S_{v\min}$ che consente, con riferimento alla velocità di progetto della curva, un tempo di percorrenza pari a 2,5 secondi.

Compatibilità curve circolari successive

Le curve circolari sono state progettate in modo che i rapporti tra i raggi R_1 ed R_2 di due curve circolari che, con l'inserimento di un elemento a curvatura variabile, si succedono lungo il tracciato, definiscono un punto che, con riferimento all'abaco riportato di seguito, si colloca nella "zona buona" di cui al diagramma seguente.

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE



Compatibilità tra curve circolari e rettifili

La successione geometrica tra rettifili e curve circolari è stata impostata in modo tale che tra un rettilo, di lunghezza L_r , ed il raggio R più piccolo fra quelli delle due curve collegate al rettilo stesso, mediante l'interposizione di una curva a raggio variabile, è rispettata la relazione:

$$R > L_r \quad \text{per } L_r < 300 \text{ m}$$

Pendenza trasversale lungo le curve circolari

Lungo le curve circolari, la pendenza trasversale q è stata fatta variare in funzione del raggio della curva, risultando non maggiore del valore massimo $q_{\max} = 0,07$, e non inferiore al valore minimo $q_{\min} = 0,025$. In particolare, Indicando con R il raggio della curva circolare, la pendenza trasversale q è stata fatta variare secondo quanto riportato di seguito, distinguendo tre casi:

1. Per $R_{\min} \leq R \leq R^*$ la pendenza trasversale è costante e pari a $q = q_{\max} = 0,07$

dove:

- R_{\min} è il raggio minimo per il tipo di strada, calcolato per $V_p = V_{p\min}$, $f_t = f_t(V_{p\min}) = f_{t\max}$ e $q = q_{\max}$, ovvero:

$$R_{\min} = (V_{p\min})^2 / [127 \cdot (q_{\max} + f_{t\max})] \quad [\text{m}]$$

- R^* è il raggio calcolato per $V_p = V_{p\max}$, $(f_t = f_t(V_{p\max}) = f_{t\min})$ e $q = q_{\max}$, ovvero:

$$R^* = (V_{p\max})^2 / [127 \cdot (q_{\max} + f_{t\min})] \quad [\text{m}];$$

2. Per $R^* \leq R \leq R_{2.5}$ la pendenza trasversale varia secondo la legge $\ln q = a \cdot \ln(R) + b$, da cui si ha $q = \exp(a \cdot \ln(R) + b)$;

dove:

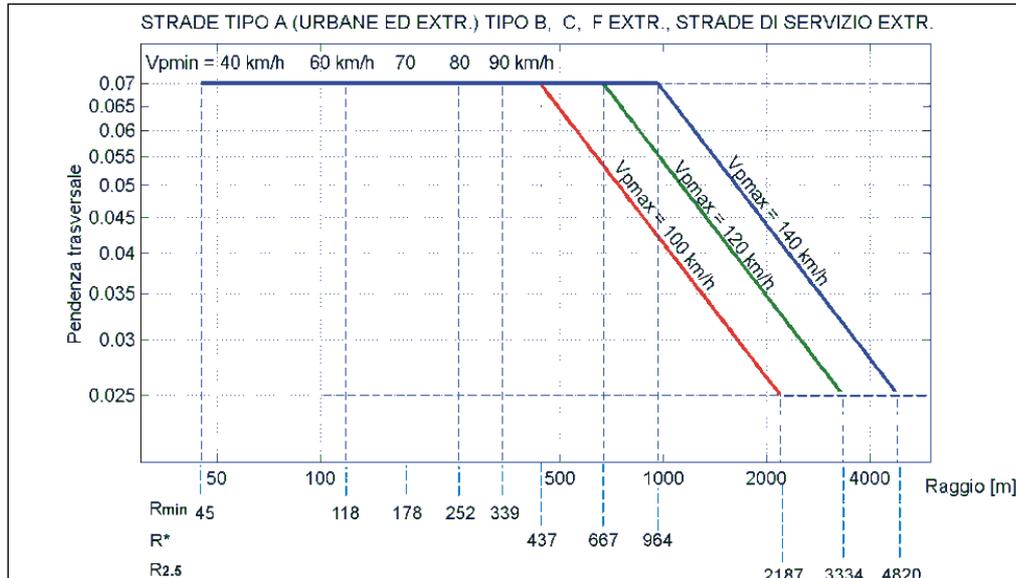
- $R_{2.5} = 5 \cdot R^*$ è il raggio corrispondente a $V_p = V_{p\max}$ ed a $q = q_{\min}$;

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

- a è un coefficiente, indipendente dal tipo di strada, il cui valore è pari a -0,64;
- b è un coefficiente, funzione del limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto, che per la strada in esame è pari a 1,23.

3. Per $R \geq R_{2.5}$ la pendenza trasversale è costante e pari a $q = q_{\min} = 0,025$

La formulazione analitica esposta, è equivalente all'utilizzo dell'abaco di seguito riportato.



Allargamenti per l'iscrizione lungo le curve circolari

Allo scopo di consentire la sicura iscrizione dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato, conservando i necessari franchi fra la sagoma limite dei veicoli ed i margini delle corsie, è necessario che nelle curve circolari ciascuna corsia sia allargata di una quantità E, data dalla relazione:

$$E = K / R \quad [m]$$

dove:

- K = 45;
- R = raggio esterno (in m) della corsia.

Per il tipo di strade in esame, ad unica carreggiata a due corsie, sono stati utilizzati raggi non inferiori a 150 m, pertanto si assume come raggio per il calcolo dell'allargamento quello dell'asse della carreggiata. Se l'allargamento E, calcolato con la relazione precedente, è inferiore a 20 cm la corsia conserva la larghezza del rettilineo. Inoltre, il valore così determinato potrà essere opportunamente ridotto, al massimo fino alla metà, qualora si ritenga poco probabile l'incrocio in curva di due veicoli appartenenti ai seguenti tipi: autobus ed autocarri di grosse dimensioni, autotreni ed autoarticolati.

Lungo il tracciato sono state inserite curve circolari con raggio minimo pari a 300 m a cui corrisponde un valore $E=0,09 \text{ m} < 0,20 \text{ m}$, pertanto non sono stati previsti allargamenti per iscrizione.

Nella parte finale del tracciato dove si ricalca il sedime esistente con raggi di m 175,00 e m 150,00 è stata inserita una corsia aggiuntiva per permettere, con una corsia di accumulo, la svolta a sinistra in corrispondenza delle due intersezioni a raso.

3.3 CLOTOIDI

Tra le curve circolari ed i rettili sono state inserite curve a raggio variabile costituite da clotoidi lungo le quali si ottiene la graduale modifica della piattaforma stradale, cioè della pendenza trasversale, e, ove necessario, della larghezza. La clotoide risulta definita dall'equazione:

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

dove:

- r = raggio di curvatura in un punto generico della clotoide [m];
- s = ascissa curvilinea corrispondente al raggio di curvatura r [m];
- A = parametro di scala [m].

Parametro minimo clotoidi

Le clotoidi inserite nel tracciato sono state progettate secondo parametri di scala superiori ai valori minimi prescritti definiti dai tre criteri riportati di seguito.

- Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccolpo c), fra il parametro A [m] e la massima velocità V [km/h], desunta dal diagramma di velocità per l'elemento di clotoide, deve essere verificata la relazione:

$$A \geq A_{\min-2} = [V^3/c_{\max} - (g \cdot V \cdot R \cdot (q_f - q_i))/c_{\max}]^{0,5}$$

dove:

- V = massima velocità lungo la clotoide (desunta dal diagramma di velocità);
- $c_{\max} = 50,4 / V$ = valore limite del contraccolpo;
- R = raggio della curva circolare connessa alla clotoide;
- q_f = pendenza trasversale alla fine dell'arco di clotoide [%];
- q_i = pendenza trasversale all'inizio dell'arco di clotoide [%];

Trascurando il secondo termine si ottiene:

$$A \geq A_{\min-2} = 0,021 V^2$$

- Criterio 2 (Limitazione della sovrappendenza 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 Δi nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione, tale sovrappendenza è pari a :

$$\Delta i = B_i \cdot (|q_{f}| + |q_{i}|) / L \quad [\%]$$

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della clotoide [m];
- $|q_{f}|$ = valore assoluto della pendenza trasversale alla fine dell'arco di clotoide [%];
- $|q_{i}|$ = valore assoluto della pendenza trasversale all'inizio dell'arco di clotoide [%];
- L = lunghezza dell'arco di clotoide [m].

Per ragioni dinamiche (cioè per limitare la velocità di rotazione trasversale dei veicoli - velocità di rollio) la sovrappendenza longitudinale Δi [%] delle estremità della carreggiata (esclusi gli eventuali allargamenti in curva) non può superare il valore massimo Δi_{\max} che si calcola con la seguente espressione:

$$\Delta i_{\max} = 18 \cdot B_i / V \quad [\%]$$

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile [m];
- V = velocità di progetto [km/h].

A partire dal valore Δi_{max} [%] si ricava la lunghezza minima dell'arco di clotoide L_{min} [m]:

$$L_{min} = B_i \cdot (|q_{il}| + |q_{fl}|) / \Delta i_{max}$$

pertanto, il parametro A [m] deve verificare la seguente relazione:

$$A \geq A_{min-2} = [B_i \cdot (|q_{il}| + |q_{fl}|) / ((1/R_i - 1/R_f) \cdot \Delta i_{max})]^{0,5}$$

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della clotoide [m];
- $|q_{il}|$ = valore assoluto della pendenza trasversale all'inizio dell'arco di clotoide [%];
- $|q_{fl}|$ = valore assoluto della pendenza trasversale alla fine dell'arco di clotoide [%];
- R_i = raggio nel punto iniziale dell'arco di clotoide [m];
- R_f = raggio nel punto finale dell'arco di clotoide [m];
- Δi_{max} = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione [%].

Avendo fissato $\Delta i_{max} = 18 \cdot B_i / V$ [%], la relazione da rispettare sul parametro minimo diventa:

$$A \geq A_{min-2} = [(|q_{il}| + |q_{fl}|) \cdot V / ((1/R_i - 1/R_f) \cdot 18)]^{0,5}$$

- **criterio 3 (Ottico)**

Per garantire la percezione ottica del raccordo, deve essere verificata la relazione:

$$A \geq A_{min-3} = R/3$$

dove R [m] è il raggio della curva che si connette all'arco di clotoide di parametro A [m].

Parametro massimo clotoidi

Le clotoidi inserite nel tracciato sono state progettate secondo parametri di scala A non superiori al valore massimo A_{max} necessario per garantire la percezione dell'arco di cerchio alla fine della clotoide, ovvero:

$$A \leq A_{max} = R$$

dove R [m] è il raggio della curva che si connette all'arco di clotoide di parametro A [m].

Compatibilità clotoidi successive

Tra due clotoidi, di parametro A_1 e A_2 rispettivamente, che si connettono ad una stessa curva, risulta soddisfatta la relazione:

$$2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

ponendo: $A_{min} = \min (A_1, A_2)$ e $A_{max} = \max (A_1, A_2)$, la relazione di cui sopra è equivalente a:

$$A_{min} / A_{max} \geq 2/3 \quad \text{oppure} \quad A_{max} / A_{min} \geq 3/2$$

Pendenza trasversale lungo le clotoidi

Lungo le clotoidi si realizza il graduale passaggio della pendenza trasversale dal valore proprio di un elemento a quello relativo al successivo. Questo passaggio si ottiene facendo ruotare la carreggiata stradale, o parte di essa, intorno ad un asse.

Per effetto della rotazione dei cigli, lungo le clotoidi si genera una sovrappendenza Δi nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Tale sovrappendenza è pari a:

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

$$\Delta i = B_i \cdot (|q_{i,l}| + |q_{i,f}|) / L \quad [\%]$$

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della clotoide [m];
- $|q_{i,l}|$ = valore assoluto della pendenza trasversale all'inizio dell'arco di clotoide [%];
- $|q_{i,f}|$ = valore assoluto della pendenza trasversale alla fine dell'arco di clotoide [%];
- L = lunghezza dell'arco di clotoide [m].

Le clotoidi inserite nei tracciati, danno luogo a valori della sovrappendenza contenuti nei limiti prescritti (massimi e minimi) riportati di seguito.

- Valori massimi della sovrappendenza Δi

La sovrappendenza Δi deve risultare inferiore ad un valore massimo Δi_{max} , come già esposto a proposito della limitazione del parametro delle clotoidi derivante dal Criterio 2.

- Valori minimi della sovrappendenza Δi

Quando lungo una clotoide la pendenza trasversale della carreggiata cambia segno, durante una certa fase della rotazione la pendenza trasversale è inferiore a quella minima $q_{min} = 2,5\%$ necessaria per il deflusso dell'acqua. In questi casi, allo scopo di ridurre al minimo la lunghezza del tratto di strada in cui può aversi ristagno di acqua, è necessario che la pendenza Δi dell'estremità che si solleva sia non inferiore al valore minimo prescritto Δi_{min} :

$$\Delta i_{min} = 0,1 \cdot B_i \quad [\%]$$

dove B_i [m] è la distanza tra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata.

Se pertanto risulta $\Delta i < \Delta i_{min}$, è necessario "spezzare" in due parti il profilo dei cigli della carreggiata, realizzando un primo tratto, di lunghezza L_1 , con pendenza maggiore o uguale a Δi_{min} , fino a quando la pendenza trasversale ha raggiunto il valore minimo $q_{min} = 2,5\%$; la pendenza risultante per il tratto successivo potrà essere anche inferiore a Δi_{min} :

Pertanto, la lunghezza del tratto L_1 [m] non può oltrepassare il valore massimo L_{1max} (per valori $L_1 > L_{1max}$ si realizzerebbero pendenze inferiori a Δi_{min}), ovvero:

- $L_1 \leq L_{1max} = [B_i \cdot (0,025 + 0,025) \cdot 100] / \Delta i_{min}$ per clotoide di transizione (rettifilo - curva);
- $L_1 \leq L_{1max} = [B_i \cdot (0,025 + 0,00) \cdot 100] / \Delta i_{min}$ per clotoide di flesso (curva - curva).

4 CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI

La geometrizzazione dell'infrastruttura stradale è avvenuta definendo un'asse di tracciamento, a cui sono state riferite le caratteristiche geometriche plano-altimetriche, collocato in corrispondenza dell'asse della carreggiata. Tale asse costituisce il riferimento per le quote di progetto e per la rotazione della carreggiata stradale.

La successione degli elementi del tracciato, è stata impostata sulla base delle prescrizioni contenute nelle "Norme funzionale e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001. In particolare, i parametri degli elementi plano-altimetrici sono stati dimensionati secondo la massima velocità dell'elemento desunto dal Diagramma di Visibilità.

Di seguito sono riportate le caratteristiche degli elementi geometrici ed i criteri progettuali seguiti in conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001 valide per le strade di Categoria C2, per la definizione geometrica degli elementi costituenti l'andamento planimetrico (rettifili, curve circolari, clotoidi).

4.1 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA S.S. 87

4.1.1 Caratteristiche dell'intervento

Nel seguito si riportano, in dettaglio, gli elementi caratteristici dell'intervento in progetto:

- Adozione di una sezione stradale con dimensione adeguata ad ospitare il doppio senso di marcia, con introduzione di corsie di larghezza di 3.50m adeguata al transito delle diverse categorie di veicoli con allargamenti in curva sia per l'iscrizione che per la visibilità;
- Introduzione di banchine (di larghezza pari ad 1,25m);
- Introduzione di arginelli conformi alla normativa (1.50m);
- Gli elementi geometrici sono stati dimensionati attraverso parametri conformi ai criteri di sicurezza prescritti dalla normativa;
- Sono assicurate le visuali libere richieste per l'arresto;
- Si prevede la realizzazione della segnaletica orizzontale e verticale;
- Si prevede la protezione dei margini, ove necessario, mediante l'installazione di barriere di sicurezza;
- Sistema di drenaggio per le acque meteoriche;
- Sistema di illuminazione per tutto il tratto finale di progetto;
- Miglioramento geometrico e funzionale delle intersezioni stradali con verifica dei triangoli di visibilità.

Sulla base degli elementi di cui sopra, si può concludere che l'intervento in progetto, nel suo complesso, apporta, rispetto alla configurazione esistente, un miglioramento funzionale della circolazione ed un innalzamento del livello di sicurezza

4.1.2 Sezioni tipo

Per la sezione trasversale è stata adottata una configurazione con piattaforma pavimentata di larghezza pari a 9,50 m, composta da una corsia per verso di marcia pari 3,50 m e banchine laterali pari a 1,25 m (soluzione base a 2 corsie di marcia tipo C2).

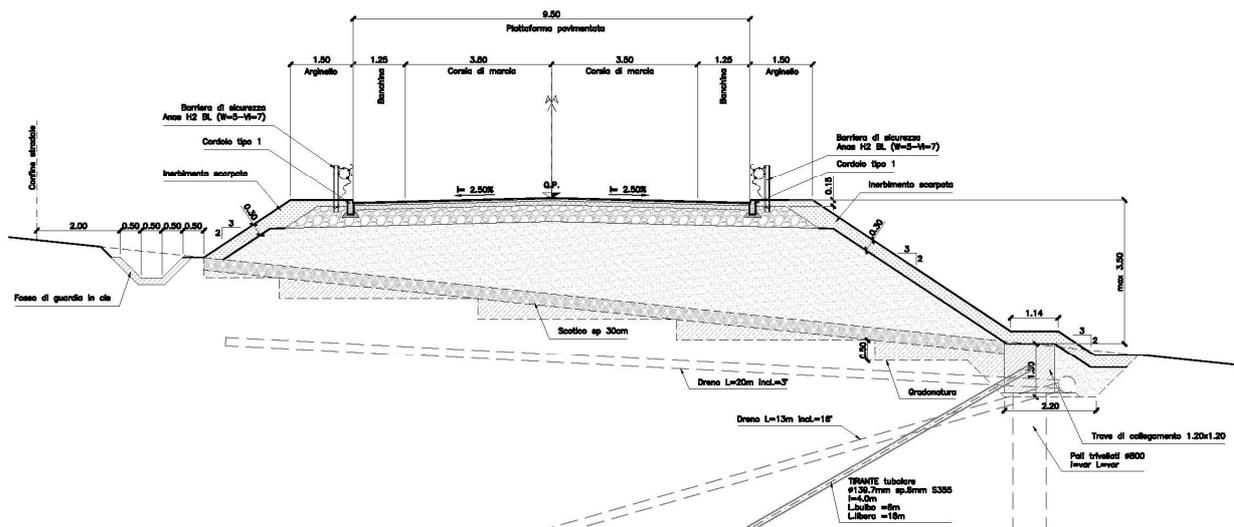


Figura 3 – Sezione tipo in rilevato

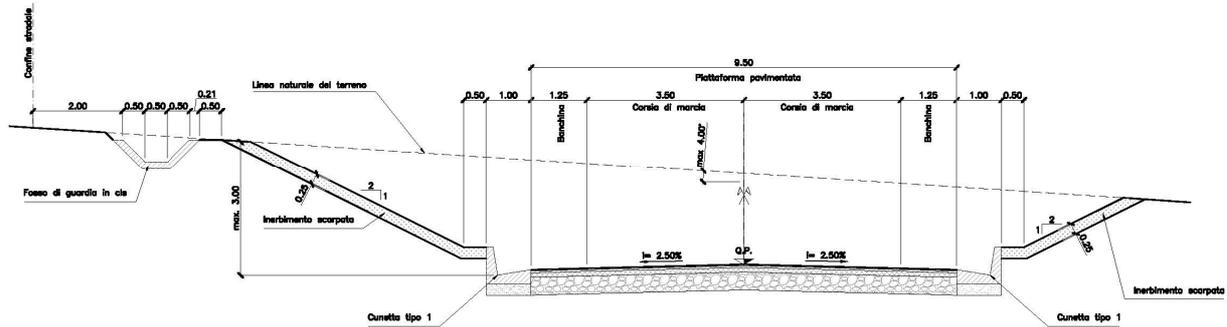


Figura 4 – Sezione tipo in scavo

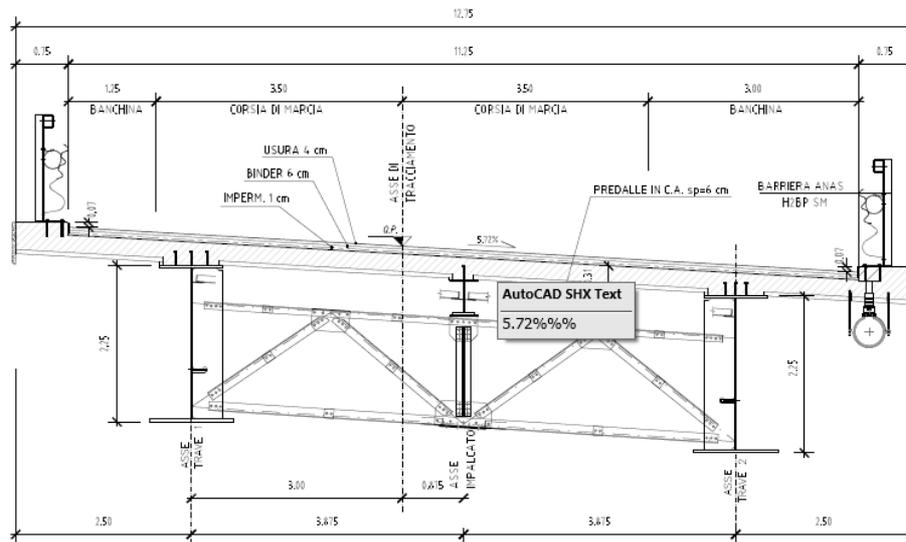


Figura 5 – Sezione tipo in viadotto

4.1.3 Sovrastruttura Stradale

I pacchetti di pavimentazione, sia dell'infrastruttura principale sia della rotatoria di progetto, sono stati dimensionati partendo dai volumi di traffico previsti e facendo riferimento sia al "catalogo delle pavimentazioni stradali" B.U. n° 178 del 15.11.1995, sia a metodologie di calcolo AASTHO di seguito descritte.

Per la pavimentazione dell'asse principale di cat. C2 si è adottata una pavimentazione flessibile con i seguenti spessori e tipologie di strati:

- Strato di usura in conglomerato bituminoso (SMA+HARD) – 3 cm
- Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso (HARD) – 4 cm
- Strato di base in stabilizzato a bitume – 10 cm
- Strato di Fondazione in misto granulare – 40 cm

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

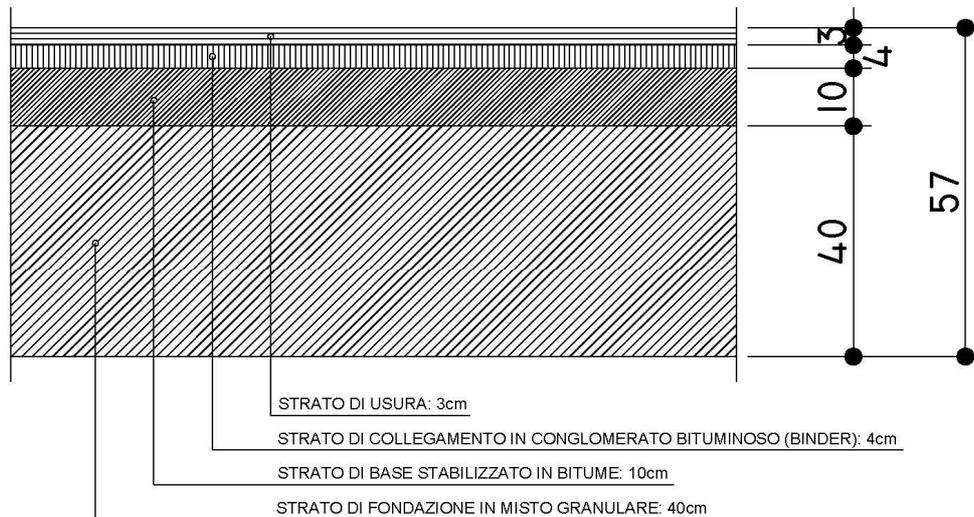


Figura 6 – Dettaglio pavimentazione

Come si evince dalla figura 5, per il pacchetto della pavimentazione sui viadotti, al di sopra della soletta in c.a. è stata prevista l'impermeabilizzazione ed al di sopra di essa, in favore di sicurezza, uno strato di 6 cm di binder e 4 cm di usura, non sono stati adottati gli stessi spessori delle sezioni in trincea ed in rilevato per avere una maggiore altezza del pacchetto al di sopra dell'impermeabilizzazione.

La classificazione dei veicoli è funzione del numero di assi e del peso per asse. La procedura di classificazione più utilizzata parte dal numero e dalla interdistanza degli assi. Sulla base dello spettro di traffico suggerito dal catalogo delle Pavimentazioni CNR per la categoria di strada, il traffico atteso è stato convertito in un numero di passaggi di assi standard equivalenti impiegando il criterio suggerito dall'AASHTO. La stima degli assi equivalenti (ESAL) permette di ricondurre le diverse tipologie di assi reali transitanti sulla strada ad un asse di riferimento di 80KN (8,2t).

TGM =	11.380
Numero giorni commerciali per settimana (gg) =	5
Numero settimane commerciali per anno (n.sett.) =	52
Aliquota di traffico per direzione più carica (pd) =	0,5
Percentuale veicoli commerciali (p) =	0,04
Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale (pl) =	0,95
Coefficiente di dispersione delle traiettorie (d) =	0,8
Numero medio di assi per veicolo commerciale (na) =	2,7
Tasso crescita traffico durante la vita utile r =	0,01
Vita utile in anni (n) =	20

Dal catalogo delle pavimentazioni è possibile ottenere le categorie di veicoli e le percentuali riferite alla strada di progetto, come riportato nella successiva tabella che fornisce lo spettro di traffico riferito alle diverse tipologie di viabilità:

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

Tipo di veicolo	N° Assi	Distribuzione dei carichi per asse in KN			
1) autocarri leggeri	2	↓10	↓20		
2) " "	"	↓15	↓30		
3) autocarri medi e pesanti	"	↓40	↓80		
4) " " "	"	↓50	↓110		
5) autocarri pesanti	3	↓40	↓80	↓80	
6) " "	"	↓60	↓100 ↓100		
7) autotreni e autoarticolati	4	↓40	↓90	↓80	↓80
8) " "	"	↓60	↓100	↓100	↓100
9) " "	5	↓40	↓80	↓80	↓80
10) " "	"	↓60	↓90	↓90	↓100 ↓100
11) " "	"	↓40	↓100	↓80	↓80 ↓80
12) " "	"	↓60	↓110	↓90	↓90 ↓90
13) mezzi d'opera	"	↓50	↓120	↓130	↓130 ↓130
14) autobus	2	↓40	↓80		
15) " "	2	↓60	↓100		
16) " "	2	↓50	↓80		

TIPO DI STRADA	TIPO VEICOLI															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 Autostrada extraurbana	12,2	0	24,4	14,6	2,4	12,2	2,4	4,9	2,4	4,9	2,4	4,9	0,1	0	0	12,2
2 Autostrade urbane	18,2	18,2	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	18,2	27,3	0
3 Strade extraurbana principale e secondaria a forte traffico	0	13,1	39,5	10,5	7,9	2,6	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,6	0,5	0	0	10,5
4 Strade extraurbana secondaria ordinaria	0	0	58,8	29,4	0	5,9	0	2,8	0	0	0	0	0,2	0	0	2,9
5 Strade extraurbana secondaria turistiche	24,5	0	40,8	16,3	0	4,15	0	2	0	0	0	0	0,05	0	0	12,2
6 Strade urbane di scorrimento	18,2	18,2	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	18,2	27,3	0
7 Strade urbane di quartiere e locali	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
8 Corsie preferenziali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	53	0

In linea con le analisi trasportistiche e le proiezioni riportate nell'elaborato specialistico sullo studio di traffico è stato dedotto un numero di 2,31 milioni passaggi equivalenti in 20 anni.

Per la verifica del pacchetto di pavimentazione è stato adottato il metodo di dimensionamento AASHTO (Guide Design of Pavement Structures) che tiene conto dei 4 aspetti fondamentali: il traffico di progetto, grado di affidabilità del processo di dimensionamento, decadimento limite ammissibile della sovrastruttura, caratteristiche degli strati (numero di struttura SN).

L'equazione per la verifica delle pavimentazioni flessibili fornita dal metodo AASHTO è la seguente:

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Nella quale:

- Z_R è il grado di affidabilità;
- SN è lo structural number che rappresenta le caratteristiche strutturali del pacchetto di pavimentazione;
- DPSI rappresenta il decadimento limite ammissibile del PSI;
- M_R rappresenta le caratteristiche del sottofondo, funzione del CBR minimo che si assume pari al 5% corrispondente ad una situazione di sottofondo intermedia tra quelle previste nel catalogo delle pavimentazioni, assunto in via cautelativa.

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

Nel metodo adottato ad ogni strato viene assegnato un coefficiente di struttura, che rappresenta il contributo dello strato alla prestazione complessiva delle pavimentazioni, Un ulteriore fattore introdotto per considerare gli effetti del drenaggio. Il contributo di ogni singolo strato alla prestazione complessivo è dato dal prodotto dei 2 coefficienti ai ed Hi.

$$SN = a_1 h_1 + a_2 m_2 h_2 + a_3 m_3 h_3$$

Sulla base delle caratteristiche meccaniche e compositive minime del sottofondo, si ottiene la seguente tabella stratigrafica per il calcolo dello SN:

STRATI	Spessore s_i (mm)	Coefficiente drenaggio (d_i)	Coefficiente spessore (a_i)	$s_i \cdot d_i \cdot a_i$	CBR	M_R (psi)
Sottofondo					5,00	7006,46
Fondazione	400	1	0,12	48,00		
Base cementata	0	0	0	0,00		
Base bitumata	100	1	0,16	16,00		
Collegamento (HARD)	40	1	0,30	12,00		
Usura (SMA+HARD)	30	1	0,40	12,00		
			SN	88,00		

Si ipotizza inoltre che inizialmente il psi sia di 4,8 e al limite della vita utile sia decaduto di 2,8. Inoltre si assume un grado di affidabilità pari al 85% ed una deviazione standard di 0,45.

Con quanto premesso, dalla formula precedentemente descritta si ottiene:

$$\log W_{18} = 6,627$$

pari ad un numero di transiti ammissibile: $W_{18} = 4,237$ milioni
superiore al numero di transiti di progetto.

In analogia a quanto illustrato precedentemente, è stato verificato anche il seguente pacchetto di pavimentazione flessibile che è stato adottato nelle viabilità secondarie, principalmente delle ricuciture viarie alle preesistenze e di cat. F2:

- Strato di usura in conglomerato bituminoso – 3 cm
- Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso – 4 cm
- Strato di base in stabilizzato a bitume – 10 cm
- Strato di Fondazione in misto granulare – 22 cm

Per la determinazione del numero di passaggi di assi standard equivalenti, si fatta l'ipotesi che il numero di veicoli transitanti su queste viabilità secondarie sia pari al 30% del TGM valutato sull'asse principale; si ottiene pertanto un numero di passaggi equivalenti pari a 0,69 milioni in 20 anni.

TGM =	3.414
Numero giorni commerciali per settimana (gg) =	5
Numero settimane commerciali per anno (n.sett.) =	52
Aliquota di traffico per direzione più carica (pd) =	0,5
Percentuale veicoli commerciali (p) =	0,04
Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale (pl) =	0,95
Coefficiente di dispersione delle traiettorie (d) =	0,8
Numero medio di assi per veicolo commerciale (na) =	2,7
Tasso crescita traffico durante la vita utile r =	0,01
Vita utile in anni (n) =	20

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

Per la verifica del pacchetto di pavimentazione è stato adottato il metodo di dimensionamento AASHTO (Guide Design of Pavement Structures) che tiene conto dei 4 aspetti fondamentali: il traffico di progetto, grado di affidabilità del processo di dimensionamento, decadimento limite ammissibile della sovrastruttura, caratteristiche degli strati (numero di struttura SN).

L'equazione per la verifica delle pavimentazioni flessibili fornita dal metodo AASHTO è la seguente:

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Si determina lo structural number della pavimentazione secondo quanto riportato nella tabella successiva:

STRATI	Spessore s_i (mm)	Coefficiente drenaggio (d_i)	Coefficiente spessore (a_i)	$s_i \cdot d_i \cdot a_i$	CBR	M_R (psi)
Sottofondo					5,00	7006,46
Fondazione	220	1	0,12	26,40		
Base cementata	0	0	0	0,00		
Base bitumata	100	1	0,16	16,00		
Collegamento (HARD)	40	1	0,30	12,00		
Usura (SMA+HARD)	30	1	0,40	12,00		
			SN	66,40		

Considerando un valore del CBR minimo pari al 5% (condizione cautelativa), ipotizzando che inizialmente il psi sia di 4,8 e al limite della vita utile sia decaduto di 2,8, con un grado di affidabilità pari al 85% ed una deviazione standard di 0,45, si ricava:

$$\log W_{18} = 5,922$$

pari ad un numero di transiti ammissibile: $W_{18} = 0,835$ milioni
superiore al numero di transiti di progetto.

4.1.4 Velocità di progetto

Al tracciato studiato, come si evince dal diagramma delle velocità, è stata impostata una velocità in partenza di 50 Km/h che diventa 30 Km/h in corrispondenza della rotatoria alla Progr. 0+200.00 per poi diventare 100 Km/h fino alla Progr. 2+880.00. Nella parte finale, dalla Progr. 3+180.00 quando il tracciato ricalca il sedime esistente è stata impostata, fino a fine progetto, una velocità di 60 Km/h.

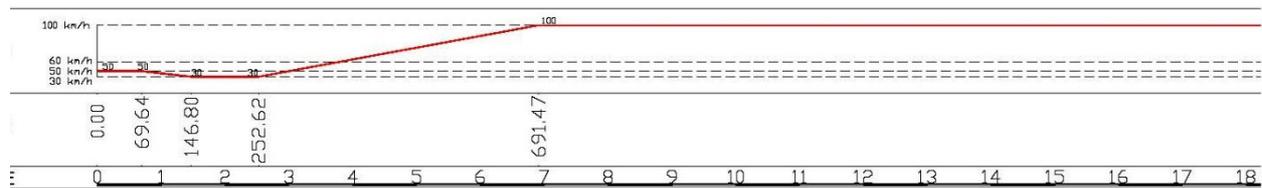
La verifica della correttezza della progettazione stradale prevede che venga redatto il diagramma delle velocità per ogni senso di circolazione. Esso è la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale.

Tale diagramma viene utilizzato per la verifica dell'omogeneità di un tracciato planimetrico in base a delle limitazioni di velocità imposte dalla norma nel passaggio da un elemento al successivo con curvatura diversa.

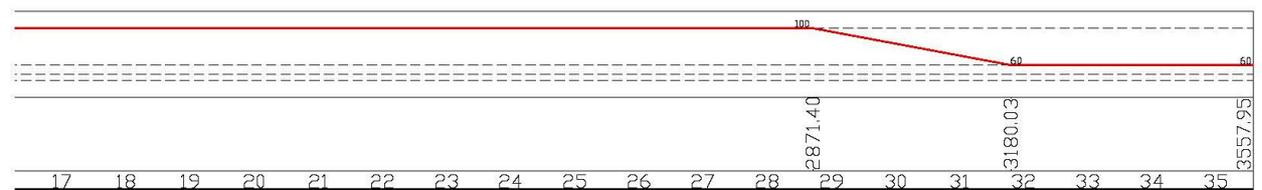
L'obiettivo teorico che si dovrebbe raggiungere è che la velocità dovuta al comportamento dell'utente sia identica alla velocità di progetto, ovvero che il comportamento dell'utente sia condizionato dalla percezione del tracciato stradale.

Per il progetto geometrico dell'andamento plano-altimetrico è stato adottato un valore di velocità di progetto di 60/100 km/h e 30 Km/h nella zona della rotatoria. I diagrammi corrispondenti a tale velocità sono riportati nelle figure seguenti.

4.1.5 Diagramma di velocità



(Figura 1 di 2)



(Figura 2 di 2)

Figura 7 – Diagramma velocità (2 di 2)

Sulla base di tale valore sono stati verificati gli elementi planimetrici ed altimetrici tenendo conto dei criteri progettuali utilizzati.

4.1.6 Input dati con verifica degli elementi geometrici

Sulla base di quanto previsto dal D.M. 22/804/04 sugli adeguamenti stradali, la progettazione degli elementi plano-altimetrici della viabilità è stata eseguita utilizzando il D.M. 05/11/2001 come riferimento. Il soddisfacimento delle suddette condizioni è riportato (in verde) in forma grafica sulle tabelle di input di seguito riportate.

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

<p>Tipo raccordo</p> <p><input type="radio"/> Centro Conservato</p> <p><input checked="" type="radio"/> Raggio Conservato</p>	<p>Impostazione Normative</p> <p>Decreto Ministeriale 5/11/2001</p> <p>Strada tipo <input type="text" value="C2"/> D. asse-cigli B = 0.000000 m</p> <p>Strada</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Utilizza Verifica Contraccollo Esatta</p>	<p>Velocita' da usare nelle verifiche</p> <p><input type="radio"/> Vmin <input type="text" value="60"/> Km/h</p> <p><input type="radio"/> Vmax <input type="text" value="100"/> Km/h</p> <p><input checked="" type="radio"/> Velocità Curva <input type="text" value="86"/> Km/h</p> <p><input type="radio"/> Velocità personalizzata <input type="text" value="100"/> Km/h</p>	
<p>Angolo di dev. = 72.051161 u.c.</p>	<p>Arco Primitivo</p> <p>Colore ...</p> <p>Rag. <input type="text" value="300.00000"/> Arco <input type="text" value="377.25899"/></p> <p>Tang <input type="text" value="218.16746"/> Cor. <input type="text" value="352.88783"/></p> <p>xc 478059.834732 yc 4608513.497664</p>	<p>Valori ricalcolati Arco</p> <p>Rag. 300.000000 Arco 275.175664</p> <p>Tang 148.121637 Cor. 265.629965</p> <p>AngV 0.917252 Saet 31.001523</p> <p>xc 478061.530471 yc 4608512.931457</p>	<p>Controlli con Velocità Curva</p> <p>Sv min 59.722222</p> <p>Rmin 118.110236</p> <p>R* 437.445319</p> <p>R2.5 2187.226597</p> <p>R' 5250.000000</p> <p>i (R <= R*) 7.000000 %</p>
<p>Clotoide in entrata</p> <p>N <input type="text" value="1.000000"/> Colore ...</p> <p>A <input type="text" value="175.000000"/> Scos <input type="text" value="1.445867"/></p> <p>Lung <input type="text" value="102.083333"/> Tg.L 68.159034</p> <p>AngF 0.170139 Tg.C 34.121869</p> <p>xi 477789.519659 yi 4608373.360833</p> <p>xf 477764.315502 yf 4608472.148347</p>	<p>Clotoide in uscita</p> <p>N <input type="text" value="1.000000"/> Colore ...</p> <p>A <input type="text" value="175.000000"/> Scos <input type="text" value="1.445867"/></p> <p>Lung <input type="text" value="102.083333"/> Tg.L 68.159034</p> <p>AngF 0.170139 Tg.C 34.121869</p> <p>xi 477927.944409 yi 4608787.930739</p> <p>xf 477848.443482 yf 4608724.104218</p>	<p>Controlli con Velocità selezionata</p> <p>Velocità di verifica = 97.533584</p> <p>A >= radq[(V^3-gVR(qf-qi))/c] 154.354713</p> <p>A >= radq(R/dimax*100*B*(qi-qf))= 116.690474</p> <p>A < R = 300.000000</p> <p>A >= R / 3 = 100.000000</p>	<p>Controlli con Velocità selezionata</p> <p>Velocità di verifica = 97.533584</p> <p>A >= radq[(V^3-gVR(qf-qi))/c] 154.354713</p> <p>A >= radq(R/dimax*100*B*(qi-qf))= 116.690474</p> <p>A < R = 300.000000</p> <p>A >= R / 3 = 100.000000</p>

Tabella 1 - Curva 1

<p>Tipo raccordo</p> <p><input type="radio"/> Centro Conservato</p> <p><input checked="" type="radio"/> Raggio Conservato</p>	<p>Impostazione Normative</p> <p>Decreto Ministeriale 5/11/2001</p> <p>Strada tipo <input type="text" value="C2"/> D. asse-cigli B = 0.000000 m</p> <p>Strada</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Utilizza Verifica Contraccollo Esatta</p>	<p>Velocita' da usare nelle verifiche</p> <p><input type="radio"/> Vmin <input type="text" value="60"/> Km/h</p> <p><input type="radio"/> Vmax <input type="text" value="100"/> Km/h</p> <p><input checked="" type="radio"/> Velocità Curva <input type="text" value="100"/> Km/h</p> <p><input type="radio"/> Velocità personalizzata <input type="text" value="100"/> Km/h</p>	
<p>Angolo di dev. = 29.497821 u.c.</p>	<p>Arco Primitivo</p> <p>Colore ...</p> <p>Rag. <input type="text" value="600.00000"/> Arco <input type="text" value="308.90046"/></p> <p>Tang <input type="text" value="157.95461"/> Cor. <input type="text" value="305.50027"/></p> <p>xc 478521.041940 yc 4608474.053132</p>	<p>Valori ricalcolati Arco</p> <p>Rag. 600.000000 Arco 204.733796</p> <p>Tang 103.371842 Cor. 203.741999</p> <p>AngV 0.341223 Saet 8.711323</p> <p>xc 478521.318072 yc 4608473.324731</p>	<p>Controlli con Velocità Curva</p> <p>Sv min 69.444444</p> <p>Rmin 118.110236</p> <p>R* 437.445319</p> <p>R2.5 2187.226597</p> <p>R' 5250.000000</p> <p>i () 5.718845 %</p>
<p>Clotoide in entrata</p> <p>N <input type="text" value="1.000000"/> Colore ...</p> <p>A <input type="text" value="250.000000"/> Scos <input type="text" value="0.753318"/></p> <p>Lung <input type="text" value="104.166667"/> Tg.L 69.471874</p> <p>AngF 0.086806 Tg.C 34.747160</p> <p>xi 478129.985385 yi 4608932.099826</p> <p>xf 478216.464151 yf 4608990.107168</p>	<p>Clotoide in uscita</p> <p>N <input type="text" value="1.000000"/> Colore ...</p> <p>A <input type="text" value="250.000000"/> Scos <input type="text" value="0.753318"/></p> <p>Lung <input type="text" value="104.166667"/> Tg.L 69.471874</p> <p>AngF 0.086806 Tg.C 34.747160</p> <p>xi 478510.176241 yi 4609076.227475</p> <p>xf 478406.976150 yf 4609062.328911</p>	<p>Controlli con Velocità selezionata</p> <p>Velocità di verifica = 100.000000</p> <p>A >= radq[(V^3-gVR(qf-qi))/c] 125.953968</p> <p>A >= radq(R/dimax*100*B*(qi-qf))= 165.517825</p> <p>A < R = 600.000000</p> <p>A >= R / 3 = 200.000000</p>	<p>Controlli con Velocità selezionata</p> <p>Velocità di verifica = 100.000000</p> <p>A >= radq[(V^3-gVR(qf-qi))/c] 125.953968</p> <p>A >= radq(R/dimax*100*B*(qi-qf))= 165.517825</p> <p>A < R = 600.000000</p> <p>A >= R / 3 = 200.000000</p>

Tabella 2 - Curva 2

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

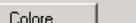
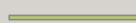
Tipo raccordo <input type="radio"/> Centro Conservato <input checked="" type="radio"/> Raggio Conservato		Impostazione Normative Decreto Ministeriale 5/11/2001 Strada tipo: C2 D. asse-cigli B = 0.000000 m Strada: <input checked="" type="checkbox"/> Utilizza Verifica Contraccolpo Esatta		Velocità da usare nelle verifiche <input type="radio"/> Vmin 60 Km/h <input type="radio"/> Vmax 100 Km/h <input checked="" type="radio"/> Velocità Curva 100 Km/h <input type="radio"/> Velocità personalizzata 100 Km/h			
Angolo di dev. = 32.200132 u.c.		Arco Primitivo Colore ...  Rag. 500.00000 Arco 280.99915 Tang 144.31820 Cor. 277.31575 xc 478651.305920 yc 4609593.857446		Valori ricalcolati Arco Rag. 500.000000 Arco 179.749158 Tang 90.855196 Cor. 178.782778 AngV 0.359498 Saet 8.055715 xc 478650.971335 yc 4609594.680914		Controlli con Velocità Curva Sv min 69.444444  Rmin 118.110236  R* 437.445319 R2.5 2187.226597 R' 5250.000000 i () 6.426339 %	
Clotoide in entrata N 1.000000 Colore ...  A 225.000000 Scos 0.853984 Lung 101.250000 Tg.L 67.536282 AngF 0.101250 Tg.C 33.782986 xi 478653.103755 yi 4609091.281166 xf 478753.335948 yf 4609105.271590		Clotoide in uscita N 1.000000 Colore ...  A 225.000000 Scos 0.853984 Lung 101.250000 Tg.L 67.536282 AngF 0.101250 Tg.C 33.782986 xi 479000.553614 yi 4609232.454350 xf 478918.968613 yf 4609172.570195		Controlli con Velocità selezionata Velocità di verifica = 100.000000 A >= radq[(V^3-gvR(qf-qi))/c] 135.630023  A >= radq(R/dimax*100*Bi*(qi-qf))= 157.465508  A < R = 500.000000  A >= R / 3 = 166.666667 		Controlli con Velocità selezionata Velocità di verifica = 100.000000 A >= radq[(V^3-gvR(qf-qi))/c] 135.630023  A >= radq(R/dimax*100*Bi*(qi-qf))= 157.465508  A < R = 500.000000  A >= R / 3 = 166.666667 	

Tabella 3 - Curva 3

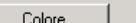
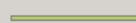
Tipo raccordo <input type="radio"/> Centro Conservato <input checked="" type="radio"/> Raggio Conservato		Impostazione Normative Decreto Ministeriale 5/11/2001 Strada tipo: C2 D. asse-cigli B = 0.000000 m Strada: <input checked="" type="checkbox"/> Utilizza Verifica Contraccolpo Esatta		Velocità da usare nelle verifiche <input type="radio"/> Vmin 60 Km/h <input type="radio"/> Vmax 100 Km/h <input checked="" type="radio"/> Velocità Curva 100 Km/h <input type="radio"/> Velocità personalizzata 100 Km/h			
Angolo di dev. = 33.276206 u.c.		Arco Primitivo Colore ...  Rag. 800.00000 Arco 464.62347 Tang 239.06976 Cor. 458.12097 xc 480081.457274 yc 4609065.253060		Valori ricalcolati Arco Rag. 800.000000 Arco 370.092229 Tang 188.418494 Cor. 366.800859 AngV 0.462615 Saet 21.306041 xc 480081.635871 yc 4609064.801386		Controlli con Velocità Curva Sv min 69.444444  Rmin 118.110236  R* 437.445319 R2.5 2187.226597 R' 5250.000000 i () 4.757516 %	
Clotoide in entrata N 1.000000 Colore ...  A 275.000000 Scos 0.465367 Lung 94.531250 Tg.L 63.032360 AngF 0.059082 Tg.C 31.520896 xi 479549.349959 yi 4609664.509674 xf 479624.750556 yf 4609721.502085		Clotoide in uscita N 1.000000 Colore ...  A 275.000000 Scos 0.465367 Lung 94.531250 Tg.L 63.032360 AngF 0.059082 Tg.C 31.520896 xi 480059.841071 yi 4609866.364428 xf 479965.853479 yf 4609856.378570		Controlli con Velocità selezionata Velocità di verifica = 100.000000 A >= radq[(V^3-gvR(qf-qi))/c] 105.522948  A >= radq(R/dimax*100*Bi*(qi-qf))= 179.598510  A < R = 800.000000  A >= R / 3 = 266.666667 		Controlli con Velocità selezionata Velocità di verifica = 100.000000 A >= radq[(V^3-gvR(qf-qi))/c] 105.522948  A >= radq(R/dimax*100*Bi*(qi-qf))= 179.598510  A < R = 800.000000  A >= R / 3 = 266.666667 	

Tabella 4 - Curva 4

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

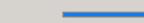
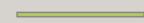
Tipo raccordo <input type="radio"/> Centro Conservato <input checked="" type="radio"/> Raggio Conservato		Impostazione Normative Decreto Ministeriale 5/11/2001 Strada tipo: C2 D. asse-cigli B = 0.000000 m Strada <input checked="" type="checkbox"/> Utilizza Verifica Contraccolpo Esatta		Velocità da usare nelle verifiche <input type="radio"/> Vmin 60 Km/h <input type="radio"/> Vmax 100 Km/h <input type="radio"/> Velocità Curva 86 Km/h <input checked="" type="radio"/> Velocità personalizzata 90 Km/h			
Angolo di dev. = 34.252436 u.c.		Arco Primitivo Colore ...  Rag. 300.00000 Arco 179.34533 Tang 92.442341 Cor. 176.68659 xc 480109.813126 yc 4610171.797390		Valori ricalcolati Arco Rag. 300.000000 Arco 118.595334 Tang 60.082164 Cor. 117.824607 AngV 0.395318 Saet 5.841301 xc 480109.611732 yc 4610172.294293		Controlli con Velocità Curva Sv min 59.722222  Rmin 118.110236  R* 437.445319 R2.5 2187.226597 R' 5250.000000 i (R <= R*) 7.000000 %	
Clotoide in entrata N 1.000000 Colore ...  A 135.000000 Scos 0.512390 Lung 60.750000 Tg.L 40.521769 AngF 0.101250 Tg.C 20.269792 xi 480105.218672 yi 4609870.283684 xf 480165.505025 yf 4609877.547046		Clotoide in uscita N 1.000000 Colore ...  A 135.000000 Scos 0.512390 Lung 60.750000 Tg.L 40.521769 AngF 0.101250 Tg.C 20.269792 xi 480323.033539 yi 4609958.563529 xf 480274.701813 yf 4609921.804243		Controlli con Velocità selezionata Velocità di verifica = 90.000000 A >= radq[(V^3-gvR(qf-qj))/c] 124.178551  A >= radq(R/dimax*100*Bi*(qi-qj))= 119.373364  A < R = 300.000000  A >= R / 3 = 100.000000 		Controlli con Velocità selezionata Velocità di verifica = 90.000000 A >= radq[(V^3-gvR(qf-qj))/c] 124.178551  A >= radq(R/dimax*100*Bi*(qi-qj))= 119.373364  A < R = 300.000000  A >= R / 3 = 100.000000 	

Tabella 5 - Curva 5

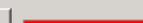
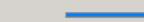
Tipo raccordo <input type="radio"/> Centro Conservato <input checked="" type="radio"/> Raggio Conservato		Impostazione Normative Decreto Ministeriale 5/11/2001 Strada tipo: C2 D. asse-cigli B = 0.000000 m Strada <input checked="" type="checkbox"/> Utilizza Verifica Contraccolpo Esatta		Velocità da usare nelle verifiche <input type="radio"/> Vmin 60 Km/h <input type="radio"/> Vmax 100 Km/h <input type="radio"/> Velocità Curva 70 Km/h <input checked="" type="radio"/> Velocità personalizzata 70 Km/h			
Angolo di dev. = 32.005369 u.c.		Arco Primitivo Colore ...  Rag. 175.00000 Arco 97.754836 Tang 50.189316 Cor. 96.488837 xc 480449.486475 yc 4609835.868244		Valori ricalcolati Arco Rag. 175.000000 Arco 60.263407 Tang 30.433043 Cor. 59.966083 AngV 0.344362 Saet 2.587654 xc 480449.623496 yc 4609835.548336		Controlli con Velocità Curva Sv min 48.611111  Rmin 118.110236  R* 437.445319 R2.5 2187.226597 R' 5250.000000 i (R <= R*) 7.000000 %	
Clotoide in entrata N 1.000000 Colore ...  A 81.000000 Scos 0.334531 Lung 37.491429 Tg.L 25.009325 AngF 0.107118 Tg.C 12.510816 xi 480324.309821 yi 4609959.604024 xf 480354.180083 yf 4609982.230151		Clotoide in uscita N 1.000000 Colore ...  A 81.000000 Scos 0.334531 Lung 37.491429 Tg.L 25.009325 AngF 0.107118 Tg.C 12.510816 xi 480446.289983 yi 4610011.849835 xf 480409.302747 yf 4610005.839960		Controlli con Velocità selezionata Velocità di verifica = 70.000000 A >= radq[(V^3-gvR(qf-qj))/c] 76.198404  A >= radq(R/dimax*100*Bi*(qi-qj))= 80.406951  A < R = 175.000000  A >= R / 3 = 58.333333 		Controlli con Velocità selezionata Velocità di verifica = 70.000000 A >= radq[(V^3-gvR(qf-qj))/c] 76.198404  A >= radq(R/dimax*100*Bi*(qi-qj))= 80.406951  A < R = 175.000000  A >= R / 3 = 58.333333 	

Tabella 6 - Curva 6

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

Tipo raccordo <input type="radio"/> Centro Conservato <input checked="" type="radio"/> Raggio Conservato Angolo di dev. = 23.587770 u.c.	Impostazione Normative Decreto Ministeriale 5/11/2001 Strada tipo C2 D. asse-cigli B = 0.000000 m Strada <input checked="" type="checkbox"/> Utilizza Verifica Contraccollo Esatta	Velocità da usare nelle verifiche <input type="radio"/> Vmin 60 Km/h <input type="radio"/> Vmax 100 Km/h <input type="radio"/> Velocità Curva 66 Km/h <input checked="" type="radio"/> Velocità personalizzata 66 Km/h
Arco Primitivo Colore ... Rag. 150.00000 Arco 61.752637 Tang 31.319925 Cor. 61.317473 xc 480490.305215 yc 4610168.584014	Valori ricalcolati Arco Rag. 150.000000 Arco 26.710970 Tang 13.390889 Cor. 26.675692 AngV 0.178073 Saet 0.594171 xc 480490.191958 yc 4610168.913359	Controlli con Velocità Curva Sv min 45.833333 Rmin 118.110236 R* 437.445319 R2.5 2187.226597 R' 5250.000000 i (R <= R*) 7.000000 %
Clotoide in entrata N 1.000000 Colore ... A 72.500000 Scos 0.340922 Lung 35.041667 Tg.L 23.377828 AngF 0.116806 Tg.C 11.695754 xi 480491.616165 yi 4610017.562558 xf 480526.164940 yf 4610023.290749	Clotoide in uscita N 1.000000 Colore ... A 72.500000 Scos 0.340922 Lung 35.041667 Tg.L 23.377828 AngF 0.116806 Tg.C 11.695754 xi 480582.155420 yi 4610048.697657 xf 480551.390737 yf 4610031.965524	Controlli con Velocità selezionata Velocità di verifica = 66.000000 A >= radq[(V^3-gvR(qf-qj))/c] 68.652784 A >= radq[R/dimax*100*B*(qi-qf)] 72.284161 A < R = 150.000000 A >= R / 3 = 50.000000

Tabella 7 - Curva 7

Come si evince dalla tabella sopra descritta, lo sviluppo della curva circolare 7 è inferiore a quello minimo previsto dalle norme, in quanto adeguamento in sede della strada esistente (Il D.M. 05-11-2021 non è cogente e va utilizzato come riferimento tecnico).

4.1.7 Elementi planimetrici

Progressiva -	Progressiva +	Elemento	Raggio/Parametro	Sviluppo
0.000	14.210	Rettifilo		14.210
14.210	116.294	Clotoide	175	102.084
116.294	391.469	Curva	300	275.176
391.469	493.553	Clotoide	175	102.084
493.553	741.757	Rettifilo		248.204
741.757	845.923	Clotoide	250	104.167
845.923	1050.657	Curva	600	204.734
1050.657	1154.824	Clotoide	250	104.167
1154.824	1298.542	Rettifilo		143.718
1298.542	1399.792	Clotoide	225	101.250
1399.762	1579.541	Curva	500	179.749
1579.541	1680.791	Clotoide	225	101.250
1680.791	2379.253	Rettifilo		698.462
2379.253	2473.784	Clotoide	275	94.531
2473.784	2843.877	Curva	800	370.092
2843.877	2938.408	Clotoide	275	94.531
2938.408	2983.954	Rettifilo		45.546

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

Progressiva -	Progressiva +	Elemento	Raggio/Parametro	Sviluppo
2983.954	3044.704	Clotoide	135	60.750
3044.704	3163.300	Curva	300	118.595
3163.300	3224.050	Clotoide	135	60.750
3224.050	3225.696	Rettifilo		1.646
3225.696	3263.188	Clotoide	81	37.491
3263.188	3323.451	Curva	175	60.263
3323.451	3360.943	Clotoide	81	37.491
3360.943	3406.627	Rettifilo		45.684
3406.627	3441.669	Clotoide	72.5	35.042
3441.669	3468.380	Curva	150	26.711
3468.380	3503.422	Clotoide	72.5	35.043
3503.422	3557.950	Rettifilo		54.528

Tabella 8 - Elementi planimetrici

I rettifici a progr.2+950,00, 3+225,00 e a progr. 3+450,00 non rispecchiano le lunghezze minime da normative, ma dato che ci troviamo praticamente in zona urbana con velocità ridotta e nella parte finale sul sedime esistente possiamo ritenerli verificati.

4.1.8 Dati di tracciamento

Rettifilo 1 ProgI 0.000 - ProgF 14.210			
Coordinate P.to Iniziale X:	477793.807	Coordinate P.to Finale X:	477789.520
Y:	4608359.813	Y:	4608373.361
Lunghezza	: 14.210		

Curva 2 ProqI 14.210 - ProqF 493.553			
Coordinate vertice X:	477707.989	Coordinate I punto Tg X:	477789.520
Coordinate vertice Y:	4608630.979	Coordinate I punto Tg Y:	4608373.361
		Coordinate II punto Tg X:	477927.944
		Coordinate II punto Tg Y:	4608787.931
Tangente 1 :	270.211	Centro originale X:	478059.835
Tangente 2 :	270.211	Centro originale Y:	4608513.498
Angolo al vertice :	107.948839	Raggio originale :	300.000

Clotoide in entrata ProgI 14.210 - ProgF 116.294			
Coordinate vertice X:	477768.954	Coordinate I punto Tg X:	477789.520
Coordinate vertice Y:	4608438.343	Coordinate I punto Tg Y:	4608373.361
		Coordinate II punto Tg X:	477764.316
		Coordinate II punto Tg Y:	4608472.148
Raggio :	300.000	Angolo :	9.748240
Parametro N :	1.000	Tangente lunga :	68.159
Parametro A :	175.000	Tangente corta :	34.122
Scostamento :	1.446	Sviluppo :	102.083

Arco ProgI 116.294 - ProgF 391.469			
Coordinate vertice X:	477707.989	Coordinate I punto Tg X:	477789.520
Coordinate vertice Y:	4608630.979	Coordinate I punto Tg Y:	4608373.361
Coordinate centro curva X:	478061.530	Coordinate II punto Tg X:	477927.944
Coordinate centro curva Y:	4608512.931	Coordinate II punto Tg Y:	4608787.931
Raggio :	300.000	Angolo al vertice :	52.554681
Tangente :	148.122	Sviluppo :	275.176
Saetta :	31.002	Corda :	265.630

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

Clotoide in uscita ProgI 391.469 - ProgF 493.553					
Coordinate vertice	X:	477872.462	Coordinate I punto Tg X: 477927.944 Coordinate I punto Tg Y: 4608787.931		
Coordinate vertice	Y:	4608748.341	Coordinate II punto Tg X: 477848.443 Coordinate II punto Tg Y: 4608724.104		
Raggio	:	300.000	Angolo	:	9.748240
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	68.159
Parametro A	:	175.000	Tangente corta	:	34.122
Scostamento	:	1.446	Sviluppo	:	102.083

Rettifilo 3 ProgI 493.553 - ProgF 741.757			
Coordinate P.to Iniziale	X:	477927.944	Coordinate P.to Finale X: 478129.985
	Y:	4608787.931	Coordinate P.to Finale Y: 4608932.100
Lunghezza	:	248.204	

Curva 4 ProgI 741.757 - ProgF 1154.824					
Coordinate vertice	X:	478301.109	Coordinate I punto Tg X: 478129.985 Coordinate I punto Tg Y: 4608932.100		
Coordinate vertice	Y:	4609054.208	Coordinate II punto Tg X: 478510.176 Coordinate II punto Tg Y: 4609076.227		
Tangente 1	:	210.223	Centro originale X:	478521.042	
Tangente 2	:	210.223	Centro originale Y:	4608474.053	
Angolo al vertice	:	150.502179	Raggio originale	:	600.000

Clotoide in entrata ProgI 741.757 - ProgF 845.923					
Coordinate vertice	X:	478186.536	Coordinate I punto Tg X: 478129.985 Coordinate I punto Tg Y: 4608932.100		
Coordinate vertice	Y:	4608972.452	Coordinate II punto Tg X: 478216.464 Coordinate II punto Tg Y: 4608990.107		
Raggio	:	600.000	Angolo	:	4.973592
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	69.472
Parametro A	:	250.000	Tangente corta	:	34.747
Scostamento	:	0.753	Sviluppo	:	104.167

Arco ProgI 845.923 - ProgF 1050.657					
Coordinate vertice	X:	478301.109	Coordinate I punto Tg X: 478129.985		
Coordinate vertice	Y:	4609054.208	Coordinate I punto Tg Y: 4608932.100		
Coordinate centro curva	X:	478521.318	Coordinate II punto Tg X: 478510.176		
Coordinate centro curva	Y:	4608473.325	Coordinate II punto Tg Y: 4609076.227		
Raggio	:	600.000	Angolo al vertice	:	19.550637
Tangente	:	103.372	Sviluppo	:	204.734
Saetta	:	8.711	Corda	:	203.742

Clotoide in uscita ProgI 1050.657 - ProgF 1154.824					
Coordinate vertice	X:	478441.087	Coordinate I punto Tg X: 478510.176 Coordinate I punto Tg Y: 4609076.227		
Coordinate vertice	Y:	4609068.951	Coordinate II punto Tg X: 478406.976 Coordinate II punto Tg Y: 4609062.329		
Raggio	:	600.000	Angolo	:	4.973592
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	69.472
Parametro A	:	250.000	Tangente corta	:	34.747
Scostamento	:	0.753	Sviluppo	:	104.167

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

Rettifilo 5 ProgI 1154.824 - ProgF 1298.542			
Coordinate P.to Iniziale X:	478510.176	Coordinate P.to Finale X:	478653.104
Y:	4609076.227	Y:	4609091.281
Lunghezza	: 143.718		

Curva 6 ProgI 1298.542 - ProgF 1680.791			
Coordinate vertice X:	478847.203	Coordinate I punto Tg X:	478653.104
Coordinate vertice Y:	4609111.724	Coordinate I punto Tg Y:	4609091.281
		Coordinate II punto Tg X:	479000.554
		Coordinate II punto Tg Y:	4609232.454
Tangente 1 :	195.172	Centro originale X:	478651.306
Tangente 2 :	195.172	Centro originale Y:	4609593.857
Angolo al vertice :	147.799868	Raggio originale :	500.000

Clotoide in entrata ProgI 1298.542 - ProgF 1399.792			
Coordinate vertice X:	478720.269	Coordinate I punto Tg X:	478653.104
Coordinate vertice Y:	4609098.355	Coordinate I punto Tg Y:	4609091.281
		Coordinate II punto Tg X:	478753.336
		Coordinate II punto Tg Y:	4609105.272
Raggio :	500.000	Angolo :	5.801198
Parametro N :	1.000	Tangente lunga :	67.536
Parametro A :	225.000	Tangente corta :	33.783
Scostamento :	0.854	Sviluppo :	101.250

Arco ProgI 1399.792 - ProgF 1579.541			
Coordinate vertice X:	478847.203	Coordinate I punto Tg X:	478653.104
Coordinate vertice Y:	4609111.724	Coordinate I punto Tg Y:	4609091.281
Coordinate centro curva X:	478650.971	Coordinate II punto Tg X:	479000.554
Coordinate centro curva Y:	4609594.681	Coordinate II punto Tg Y:	4609232.454
Raggio :	500.000	Angolo al vertice :	20.597736
Tangente :	90.855	Sviluppo :	179.749
Saetta :	8.056	Corda :	178.783

Clotoide in uscita ProgI 1579.541 - ProgF 1680.791			
Coordinate vertice X:	478947.489	Coordinate I punto Tg X:	479000.554
Coordinate vertice Y:	4609190.678	Coordinate I punto Tg Y:	4609232.454
		Coordinate II punto Tg X:	478918.969
		Coordinate II punto Tg Y:	4609172.570
Raggio :	500.000	Angolo :	5.801198
Parametro N :	1.000	Tangente lunga :	67.536
Parametro A :	225.000	Tangente corta :	33.783
Scostamento :	0.854	Sviluppo :	101.250

Rettifilo 7 ProgI 1680.791 - ProgF 2379.253			
Coordinate P.to Iniziale X:	479000.554	Coordinate P.to Finale X:	479549.350
Y:	4609232.454	Y:	4609664.510
Lunghezza	: 698.462		

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

Curva 8 ProgI 2379.253 - ProgF 2938.408			
Coordinate vertice	X:	479774.435	Coordinate I punto Tg X: 479549.350 Coordinate I punto Tg Y: 4609664.510
Coordinate vertice	Y:	4609841.714	Coordinate II punto Tg X: 480059.841 Coordinate II punto Tg Y: 4609866.364
Tangente 1	:	286.469	Centro originale X: 480081.457
Tangente 2	:	286.469	Centro originale Y: 4609065.253
Angolo al vertice	:	146.723794	Raggio originale : 800.000

Clotoide in entrata ProgI 2379.253 - ProgF 2473.784			
Coordinate vertice	X:	479598.876	Coordinate I punto Tg X: 479549.350 Coordinate I punto Tg Y: 4609664.510
Coordinate vertice	Y:	4609703.500	Coordinate II punto Tg X: 479624.751 Coordinate II punto Tg Y: 4609721.502
Raggio	:	800.000	Angolo : 3.385151
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga : 63.032
Parametro A	:	275.000	Tangente corta : 31.521
Scostamento	:	0.465	Sviluppo : 94.531

Arco ProgI 2473.784 - ProgF 2843.877			
Coordinate vertice	X:	479774.435	Coordinate I punto Tg X: 479549.350
Coordinate vertice	Y:	4609841.714	Coordinate I punto Tg Y: 4609664.510
Coordinate centro curva	X:	480081.636	Coordinate II punto Tg X: 480059.841
Coordinate centro curva	Y:	4609064.801	Coordinate II punto Tg Y: 4609866.364
Raggio	:	800.000	Angolo al vertice : 26.505903
Tangente	:	188.418	Sviluppo : 370.092
Saetta	:	21.306	Corda : 366.801

Clotoide in uscita ProgI 2843.877 - ProgF 2938.408			
Coordinate vertice	X:	479997.043	Coordinate I punto Tg X: 480059.841 Coordinate I punto Tg Y: 4609866.364
Coordinate vertice	Y:	4609860.941	Coordinate II punto Tg X: 479965.853 Coordinate II punto Tg Y: 4609856.379
Raggio	:	800.000	Angolo : 3.385151
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga : 63.032
Parametro A	:	275.000	Tangente corta : 31.521
Scostamento	:	0.465	Sviluppo : 94.531

Rettifilo 9 ProgI 2938.408 - ProgF 2983.954			
Coordinate P.to Iniziale	X:	480059.841	Coordinate P.to Finale X: 480105.219
	Y:	4609866.364	Coordinate P.to Finale Y: 4609870.284
Lunghezza	:	45.547	

Curva 10 ProgI 2983.954 - ProgF 3224.050			
Coordinate vertice	X:	480227.727	Coordinate I punto Tg X: 480105.219 Coordinate I punto Tg Y: 4609870.284
Coordinate vertice	Y:	4609880.865	Coordinate II punto Tg X: 480323.034 Coordinate II punto Tg Y: 4609958.564
Tangente 1	:	122.965	Centro originale X: 480109.813
Tangente 2	:	122.965	Centro originale Y: 4610171.797
Angolo al vertice	:	145.747564	Raggio originale : 300.000

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

Clotoide in entrata ProgI 2983.954 - ProgF 3044.704					
Coordinate vertice	X:	480145.590	Coordinate I punto Tg X: 480105.219		
Coordinate vertice	Y:	4609873.771	Coordinate I punto Tg Y: 4609870.284		
			Coordinate II punto Tg X: 480165.505		
			Coordinate II punto Tg Y: 4609877.547		
Raggio	:	300.000	Angolo	:	5.801198
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	40.522
Parametro A	:	135.000	Tangente corta	:	20.270
Scostamento	:	0.512	Sviluppo	:	60.750

Arco ProgI 3044.704 - ProgF 3163.300					
Coordinate vertice	X:	480227.727	Coordinate I punto Tg X: 480105.219		
Coordinate vertice	Y:	4609880.865	Coordinate I punto Tg Y: 4609870.284		
Coordinate centro curva	X:	480109.612	Coordinate II punto Tg X: 480323.034		
Coordinate centro curva	Y:	4610172.294	Coordinate II punto Tg Y: 4609958.564		
Raggio	:	300.000	Angolo al vertice	:	22.650040
Tangente	:	60.082	Sviluppo	:	118.595
Saetta	:	5.841	Corda	:	117.825

Clotoide in uscita ProgI 3163.300 - ProgF 3224.050					
Coordinate vertice	X:	480291.626	Coordinate I punto Tg X: 480323.034		
Coordinate vertice	Y:	4609932.959	Coordinate I punto Tg Y: 4609958.564		
			Coordinate II punto Tg X: 480274.702		
			Coordinate II punto Tg Y: 4609921.804		
Raggio	:	300.000	Angolo	:	5.801198
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	40.522
Parametro A	:	135.000	Tangente corta	:	20.270
Scostamento	:	0.512	Sviluppo	:	60.750

Rettifilo 11 ProgI 3224.050 - ProgF 3225.696					
Coordinate P.to Iniziale	X:	480323.034	Coordinate P.to Finale	X:	480324.310
	Y:	4609958.564		Y:	4609959.604
Lunghezza	:	1.647			

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

Curva 12 ProgI 3225.696 - ProgF 3360.943			
Coordinate vertice	X:	480377.808	Coordinate I punto Tg X: 480324.310 Coordinate I punto Tg Y: 4609959.604
Coordinate vertice	Y:	4610003.219	Coordinate II punto Tg X: 480446.290 Coordinate II punto Tg Y: 4610011.850
Tangente 1	:	69.024	Centro originale X: 480449.486
Tangente 2	:	69.024	Centro originale Y: 4609835.868
Angolo al vertice	:	147.994631	Raggio originale : 175.000

Clotoide in entrata ProgI 3225.696 - ProgF 3263.188			
Coordinate vertice	X:	480343.694	Coordinate I punto Tg X: 480324.310 Coordinate I punto Tg Y: 4609959.604
Coordinate vertice	Y:	4609975.407	Coordinate II punto Tg X: 480354.180 Coordinate II punto Tg Y: 4609982.230
Raggio	:	175.000	Angolo : 6.137430
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga : 25.009
Parametro A	:	81.000	Tangente corta : 12.511
Scostamento	:	0.335	Sviluppo : 37.491

Arco ProgI 3263.188 - ProgF 3323.451			
Coordinate vertice	X:	480377.808	Coordinate I punto Tg X: 480324.310 Coordinate I punto Tg Y: 4609959.604
Coordinate vertice	Y:	4610003.219	Coordinate II punto Tg X: 480446.290 Coordinate II punto Tg Y: 4610011.850
Coordinate centro curva	X:	480449.623	
Coordinate centro curva	Y:	4609835.548	
Raggio	:	175.000	Angolo al vertice : 19.730508
Tangente	:	30.433	Sviluppo : 60.263
Saetta	:	2.588	Corda : 59.966

Clotoide in uscita ProgI 3323.451 - ProgF 3360.943			
Coordinate vertice	X:	480421.477	Coordinate I punto Tg X: 480446.290 Coordinate I punto Tg Y: 4610011.850
Coordinate vertice	Y:	4610008.723	Coordinate II punto Tg X: 480409.303 Coordinate II punto Tg Y: 4610005.840
Raggio	:	175.000	Angolo : 6.137430
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga : 25.009
Parametro A	:	81.000	Tangente corta : 12.511
Scostamento	:	0.335	Sviluppo : 37.491

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

Rettifilo 13 ProgI 3360.943 - ProgF 3406.627			
Coordinate P.to Iniziale X:	480446.290	Coordinate P.to Finale X:	480491.616
Y:	4610011.850	Y:	4610017.563
Lunghezza	: 45.685		
Curva 14 ProgI 3406.627 - ProgF 3503.422			
Coordinate vertice X:	480540.136	Coordinate I punto Tg X:	480491.616
Coordinate vertice Y:	4610023.678	Coordinate I punto Tg Y:	4610017.563
		Coordinate II punto Tg X:	480582.155
		Coordinate II punto Tg Y:	4610048.698
Tangente 1 :	48.904	Centro originale X:	480490.305
Tangente 2 :	48.904	Centro originale Y:	4610168.584
Angolo al vertice :	156.412230	Raggio originale :	150.000
Clotoide in entrata ProgI 3406.627 - ProgF 3441.669			
Coordinate vertice X:	480514.810	Coordinate I punto Tg X:	480491.616
Coordinate vertice Y:	4610020.486	Coordinate I punto Tg Y:	4610017.563
		Coordinate II punto Tg X:	480526.165
		Coordinate II punto Tg Y:	4610023.291
Raggio :	150.000	Angolo :	6.692465
Parametro N :	1.000	Tangente lunga :	23.378
Parametro A :	72.500	Tangente corta :	11.696
Scostamento :	0.341	Sviluppo :	35.042
Arco ProgI 3441.669 - ProgF 3468.380			
Coordinate vertice X:	480540.136	Coordinate I punto Tg X:	480491.616
Coordinate vertice Y:	4610023.678	Coordinate I punto Tg Y:	4610017.563
Coordinate centro curva X:	480490.192	Coordinate II punto Tg X:	480582.155
Coordinate centro curva Y:	4610168.913	Coordinate II punto Tg Y:	4610048.698
Raggio :	150.000	Angolo al vertice :	10.202839
Tangente :	13.391	Sviluppo :	26.711
Saetta :	0.594	Corda :	26.676
Clotoide in uscita ProgI 3468.380 - ProgF 3503.422			
Coordinate vertice X:	480562.069	Coordinate I punto Tg X:	480582.155
Coordinate vertice Y:	4610036.737	Coordinate I punto Tg Y:	4610048.698
		Coordinate II punto Tg X:	480551.391
		Coordinate II punto Tg Y:	4610031.966
Raggio :	150.000	Angolo :	6.692465
Parametro N :	1.000	Tangente lunga :	23.378
Parametro A :	72.500	Tangente corta :	11.696
Scostamento :	0.341	Sviluppo :	35.042
Rettifilo 15 ProgI 3503.422 - ProgF 3557.950			
Coordinate P.to Iniziale X:	480582.155	Coordinate P.to Finale X:	480629.007
Y:	4610048.698	Y:	4610076.595
Lunghezza	: 54.528		

Tabelle 9 - Dati di tracciamento

4.1.9 Dati altimetrici

Il profilo longitudinale dell'asse stradale è costituito da una successione di segmenti a pendenza costante denominati livellette. Tra le livellette è necessario, per motivi di sicurezza, di comfort e di regolarità di marcia, inserire dei raccordi curvilinei e, in particolare, archi di parabola quadratica ad asse verticale. L'andamento altimetrico di tracciato è composto dalla successione degli elementi di seguito riportati.

4.1.10 Livellette

La definizione del profilo altimetrico è avvenuta attraverso l'inserimento di livellette con valori delle pendenze contenute nel limite massimo prescritto per il tipo di strada pari a $i_{max} = 7\%$.

Livellette									
N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale R.	i [x100]	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	P<=PM
0	0.000000	842.245664	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	Si
1	169.306359	849.398311	169.306359	164.305886	4.224677	7.152647	169.457380	164.452446	Si
2	199.707000	850.006324	30.400641	15.401497	2.000001	0.608013	30.406721	15.404577	Si
3	242.138280	849.157698	42.431280	18.936992	-2.000001	-0.848626	42.439765	18.940779	Si
4	639.999997	865.073956	397.861717	147.837864	4.000450	15.916258	398.179951	147.956114	Si
5	1366.188130	853.693275	726.188133	383.945892	-1.567181	-11.380681	726.277305	383.993039	Si
6	2538.185784	851.846997	1171.997654	871.403686	-0.157533	-1.846278	1171.999108	871.404767	Si
7	3226.984600	840.022107	688.798816	413.227530	-1.716741	-11.824890	688.900310	413.288419	Si
8	3416.220081	848.996191	189.235481	26.264844	4.742284	8.974084	189.448150	26.294361	Si
9	3557.950086	850.529593	141.730005	59.450693	1.081918	1.533402	141.738300	59.454172	Si

Tabella 10 - Caratteristiche delle livellette

Per P si intende la Pendenza longitudinale di progetto mentre PM è la Pendenza Massima ammissibile da normativa, quindi risultano tutte verificate.

4.1.11 Raccordi parabolici

Per il raccordo tra livellette successive, sono stati impiegati raccordi altimetrici parabolici concavi e convessi.

I raggi dei raccordi verticali inseriti risultano superiori ai valori minimi prescritti i quali sono stabiliti sulla base di due criteri:

1. Assicurare il comfort all'utenza;
2. Assicurare le visuali libere per la sicurezza di marcia.

In base al primo criterio, si pone un limite all'accelerazione verticale a_v [m/s^2], ovvero:

$$a_v = v_p^2 / R_v \leq a_{v \text{ lim}}$$

dove:

- v_p = velocità di progetto [m/s] (desunta puntualmente dal diagramma di velocità)
- R_v = raggio del raccordo verticale nel vertice della parabola [m];
- $a_{v \text{ lim}}$ = accelerazione verticale limite = 0,6 m/s^2 .

da cui risulta un valore minimo del raggio del raccordo verticale pari a:

$$R_{v \text{ min}} = 0,129 V_p^2$$

dove V_p è la velocità di progetto [km/h] (desunta puntualmente dal diagramma di velocità)

In base al secondo criterio, si richiede che il conducente possa vedere, ad una prefissata distanza D, un oggetto che si trovi sulla sua traiettoria. In particolare, occorre garantire la possibilità ai arrestarsi di

fronte ad un ostacolo, pertanto occorre assumere $D = D_a$ (dove D_a è la visuale libera richiesta per l'arresto). Per tale criterio vanno esaminati, separatamente, i raccordi convessi da quelli concavi.

4.1.12 Raccordi convessi

In relazione ai raccordi convessi, vengono distinti due casi, a seconda che la distanza di visuale libera richiesta per l'arresto (D_a) sia inferiore o superiore allo sviluppo L del raccordo.

Caso $D_a < L$

In tal caso il raggio minimo del raccordo R_{vmin} [m] risulta:

$$R_{min} = D_a^2 / [2 \cdot (h_1 + h_2 + 2 \cdot (h_1 + h_2)^{0,5})] \quad [m]$$

dove:

- D_a = distanza di visuale libera richiesta per l'arresto [m];
- h_1 = altezza dell'occhio del conducente dal piano stradale = 1,10 m;
- h_2 = altezza dell'ostacolo dal piano stradale = 0,10 m.

Caso $D_a > L$

In tal caso il raggio minimo del raccordo R_{vmin} [m] risulta:

$$R_{min} = (2/\Delta i) \cdot [D_a - ((h_1 + h_2 + 2 \cdot (h_1 + h_2)^{0,5}) / \Delta i)] \quad [m]$$

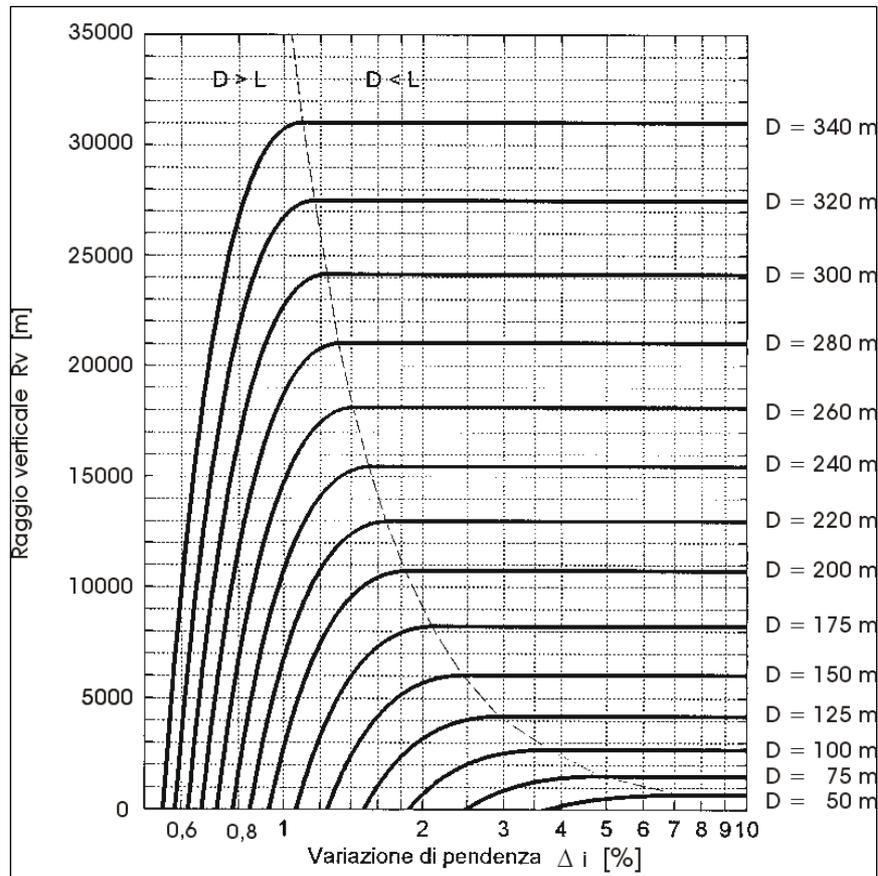
dove:

- Δi = variazione di pendenza tra le livellette del raccordo [%];
- D_a = distanza di visuale libera richiesta per l'arresto [m];
- h_1 = altezza dell'occhio del conducente dal piano stradale = 1,10 m;
- h_2 = altezza dell'ostacolo dal piano stradale = 0,10 m.

La relazione da utilizzare dipende dal valore della variazione di pendenza Δi . In particolare, indicato con Δi^* il valore della variazione di pendenza che verifica $D_a = L$ nella relazione valida nel caso $D_a > L$, occorre procedere in questo modo:

- per $\Delta i > \Delta i^*$ la relazione da utilizzare è quella valida per $D_a < L$;
- per $\Delta i \leq \Delta i^*$ la relazione da utilizzare è quella valida per $D_a > L$.

Le formulazioni analitiche di cui sopra, risultano equivalenti all'utilizzo dell'abaco riportato di seguito.



4.1.13 Raccordi concavi

Per quanto riguarda i raccordi concavi, non si pongono problemi di visibilità con luce diurna, mentre è necessario garantire che il tratto di strada illuminato dai fari abbia lunghezza non inferiore alla distanza di arresto D_a . Anche in relazione ai raccordi convessi, vengono distinti due casi, a seconda che la distanza di visuale libera richiesta per l'arresto (D_a) sia inferiore o superiore allo sviluppo L del raccordo.

Caso $D_a < L$

In tal caso il raggio minimo del raccordo R_{vmin} [m] risulta:

$$R_{vmin} = D_a^2 / 2 \cdot (h + D_a \cdot \theta) \quad [m]$$

dove:

- D_a = distanza di visuale libera richiesta per l'arresto [m];
- h = altezza del centro dei fari del veicolo dal piano stradale = 0,50 m;
- θ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto all'asse del veicolo = 1° (0,017453293 rad).

Caso $D_a > L$

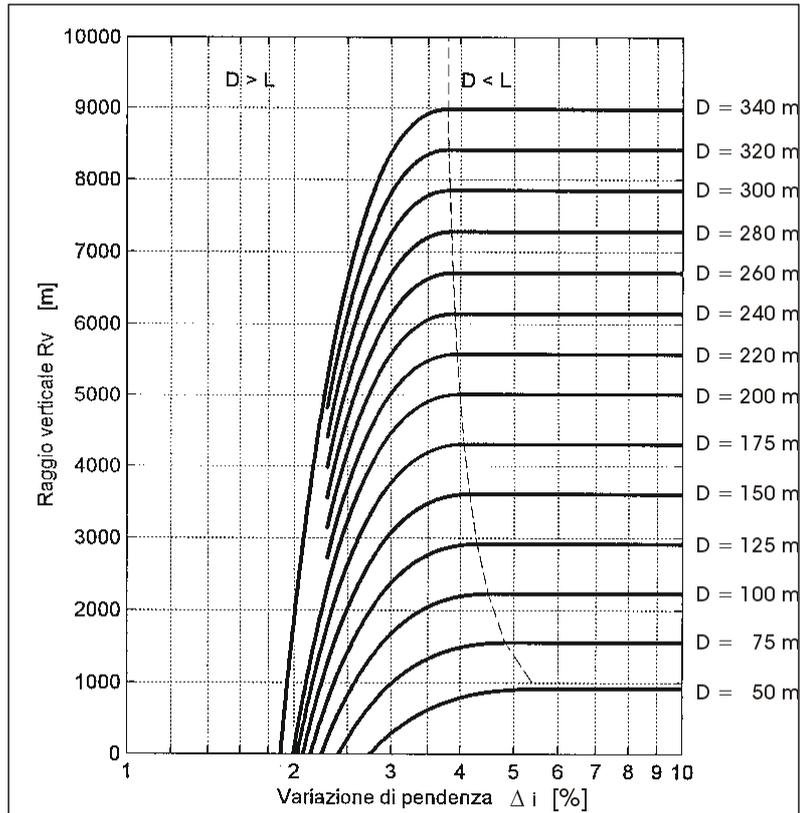
In tal caso il raggio minimo del raccordo R_{vmin} [m] risulta:

$$R_{vmin} = (2/\Delta i) \cdot [D_a - ((h + D_a \cdot \theta) / \Delta i)] \quad [m]$$

Allo stesso modo dei raccordi convessi, la relazione da utilizzare dipende dal valore della variazione di pendenza Δi . In particolare, indicato con Δi^* il valore della variazione di pendenza che verifica $D_a = L$ nella relazione valida nel caso $D_a > L$, occorre procedere in questo modo:

- per $\Delta i > \Delta i^*$ la relazione da utilizzare è quella valida per $D_a < L$;
- per $\Delta i \leq \Delta i^*$ la relazione da utilizzare è quella valida per $D_a > L$.

La formulazione analitica di cui sopra, è equivalente all'utilizzo dell'abaco riportato di seguito.



Progressiva vertice	Vp	i% prec.	i% succ.	Di	fi	D1	D2	D=D1+D2	sacca	dosso	R adottato	L (RACCORDO)	R min confort	R min Dossi D<L	R min Dossi D>L	R min sacca D<L	R min sacca D>L	Verifica
169,31	30	4,225	2,000	-2,225	0,447	20,83	7,40	28,23	X		450	10,01	115,74	0,00	0,00	0,00	0,00	OK
199,71	30	2,000	-2,000	-4	0,447	20,83	7,91	28,75		X	500	20,00	115,74	0,00	0,00	0,00	0,00	OK
242,14	30	-2,000	4,000	6	0,447	20,83	7,74	28,57	X		450	27,00	115,74	0,00	0,00	0,00	0,00	OK
640,00	90	4,000	-1,567	-5,567	0,274	47,50	111,17	158,67		X	8500	473,20	1041,67	6755,89	0,00	0,00	0,00	OK
1366,19	100	-1,567	-0,157	1,41	0,252	50,00	161,74	211,74	X		15000	211,50	1286,01	0,00	0,00	0,00	0,00	OK
2538,19	100	-0,157	-1,717	-1,56	0,252	50,00	162,24	212,24		X	25000	390,00	1286,01	12087,12	0,00	0,00	0,00	OK
3226,99	60	-1,717	4,742	6,459	0,350	36,67	38,78	75,44	X		2500	161,48	462,96	0,00	0,00	0,00	0,00	OK
3416,22	60	4,742	1,082	-3,66	0,350	36,67	37,34	74,01		X	4500	164,70	462,96	1469,84	0,00	0,00	0,00	OK

Tabella 11 - Caratteristiche delle curve verticali

Nella tabella superiore i raccordi verticali parabolici risultano tutti verificati.

4.2 DISTANZE DI VISUALE LIBERA

Con riferimento alle distanze di visuale libera, è stata condotta una verifica con riferimento all'andamento planimetrico ed all'andamento altimetrico.

Nel presente paragrafo si illustra la metodologia impiegata per la verifica delle distanze di visuale libera con riferimento all'andamento planimetrico. Per quanto riguarda la verifica relativa all'andamento altimetrico si rimanda al par. 4.2.

Rispetto alla velocità di progetto è stata verificata la sussistenza di visuali libere commisurate alla distanza di visibilità per l'arresto ai sensi del D.M. 05/11/2001, prevedendo, ove necessario, ampliamenti della carreggiata lungo i tratti curvilinei.

Dal punto di vista planimetrico, la verifica delle distanze di visuale libera è stata condotta con riferimento alle curve circolari, confrontando, nell'ambito di ogni curva, la distanza di visuale libera disponibile D_v con la distanza di visibilità richiesta per l'arresto D_a e con la distanza di visibilità richiesta per il sorpasso D_s .

La **distanza di visuale libera disponibile** D_v è 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. Nel caso in esame, lungo le curve circolari destrorse sono presenti potenziali ostacoli alla visibilità quali le barriere di sicurezza marginali.

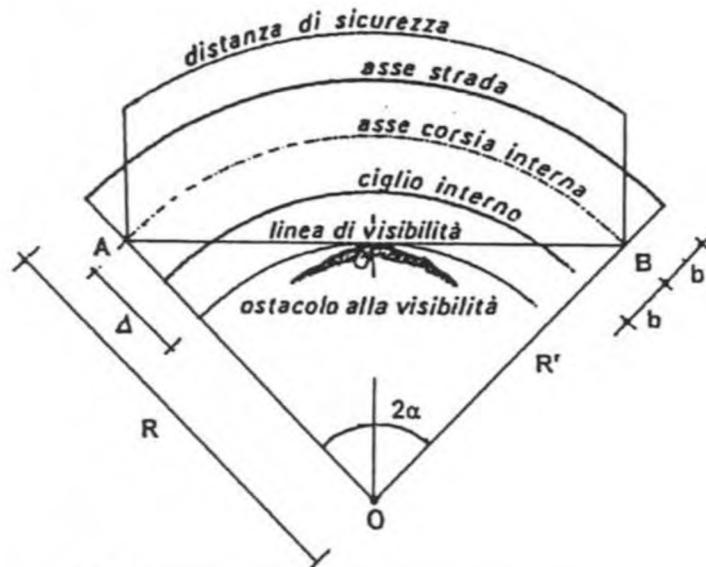
Il calcolo della visuale libera in curva è avvenuto attraverso la relazione:

$$D_v = 2R \cdot \arccos(1 - \Delta/R) \quad [m]$$

dove:

- $R' = R - b$ = raggio della curva circolare in asse alla corsia occupata dal conducente [m];
- Δ = distanza dell'ostacolo alla visibilità dall'asse della corsia occupata dal conducente [m].

La relazione di cui sopra è valida nell'ipotesi, cautelativa rispetto alle reali condizioni, che conducente ed ostacolo si trovino entrambi lungo la curva, come mostrato nella figura seguente.



Nella valutazione della visuale libera disponibile in curva, la posizione del conducente è stata considerata al centro della corsia impegnata, con l'altezza dell'occhio a 1,10 m dal piano viabile.

In particolare, la verifica è stata condotta per le curve in destra considerando il conducente lungo l'asse della corsia.

La **distanza di visibilità richiesta per l'arresto** D_A è la distanza pari allo spazio minimo necessario affinché un conducente possa arrestare il veicolo, in condizioni di sicurezza, davanti ad un ostacolo imprevisto. Tale distanza è stata valutata ipotizzando un ostacolo a 0,10 m dal piano viabile e lungo l'asse della corsia occupata dal conducente e si valuta con la seguente espressione:

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

dove:

- D_A = distanza di visibilità richiesta per l'arresto [m];
- D_1 = spazio percorso nel tempo τ ;
- 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 [%];
- t_r = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s];
- g = accelerazione di gravità [m/s^2];
- 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 [N] si valuta con la seguente espressione :

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

dove:

- C_x = coefficiente aerodinamico;
- S = superficie resistente [m^2];
- ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m^3].

Per f_l possono adottarsi le due serie di valori di seguito riportate, una relativa alle autostrade e l'altra valida per tutti gli altri tipi di strade. Tali valori sono compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata (spessore del velo idrico di 0,5 mm)

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	-

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.

Con riferimento alla categoria di strada in oggetto (Cat. C), si è fatto riferimento ai valori corrispondenti ad "Altre strade".

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.

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

dove:

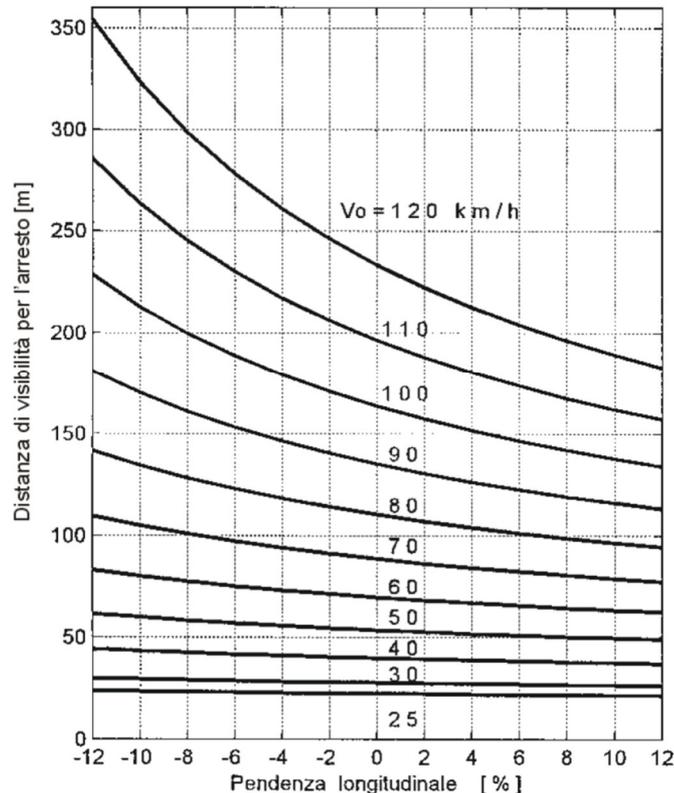
- τ = tempo complessivo di reazione [s];
- V = velocità [km/h].

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

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.

Con riferimento alla categoria di strada in oggetto (Cat. C), la figura seguente riporta le distanze di visibilità per l'arresto calcolate come sopra, in funzione di una pendenza longitudinale costante. In caso di variabilità di tale pendenza (raccordi verticali), si può assumere per essa il valore medio.

PER LE ALTRE STRADE



Il diagramma della figura precedente è calcolato per il caso di arresto di una autovettura le cui caratteristiche di resistenza aerodinamica (con riferimento ad una autovettura media) sono precisate di seguito:

- C_x = coefficiente aerodinamico = 0,35
- S = superficie resistente = 2,1 [m²]
- m = massa del veicolo = 1250 [kg]
- ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard = 1,15 [kg/m³]

Con queste condizioni e V espressa in km/h si ha che Ra/m [N/kg] è pari a:

$$\frac{Ra}{m} = 2,61 \times 10^{-5} \times V^2$$

La **distanza di visibilità richiesta per il sorpasso D_s** 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. In presenza di veicoli marcianti in senso opposto, la distanza di visibilità completa per il sorpasso si valuta, in funzione della velocità di progetto V (km/h) desunta puntualmente dal diagramma di velocità, attraverso la seguente espressione:

$$D_s = 5,5 \cdot V$$

Al fine di garantire l'osservanza delle verifiche di visibilità, laddove necessario, sono stati previsti idonei allargamenti della piattaforma.

In particolare, le verifiche di visibilità per l'arresto (riportate al par. 5.4) hanno evidenziato la necessità di operare, in alcuni casi, arretramenti degli ostacoli laterali, mediante ampliamento della carreggiata, lungo alcuni elementi del tracciato (curve circolari e relativi elementi di transizione) al fine di rendere congruenti le distanze di visuale libera con le distanze di visuale libera richieste per l'arresto.

Per quanto riguarda la verifica relativa alle distanze di visuale libera richieste per il sorpasso, lungo i tratti stradali corrispondenti ai raccordi circolari planimetrici ed i raccordi parabolici altimetrici convessi, sono assicurate distanze di visuale libera disponibili inferiori a quelle richieste per il sorpasso. Pertanto, al fine di garantire adeguate condizioni di sicurezza, lungo tali tratti si ritiene di intervenire attraverso l'interdizione della manovra di sorpasso mediante opportuna segnaletica verticale di prescrizione.

4.2.1 Allargamento in curva per iscrizione

Nei tratti in curva, il valore dell'allargamento delle corsie prescritto per consentire l'iscrizione dei veicoli è pari a quello da normativa E/45. I valori adottati sono desumibili dalle sezioni trasversali allegate al progetto.

4.2.2 Allargamento in curva per la visibilità

Dal diagramma di visibilità risultano questi allargamenti in curva.

Curva	Allargamento adottato (m)
C1	0.00
C2	1.75
C3	2.75
C4	1.50
C5	0.00
C6	0.00
C7	0.00

4.2.3 Diagramma di visibilità

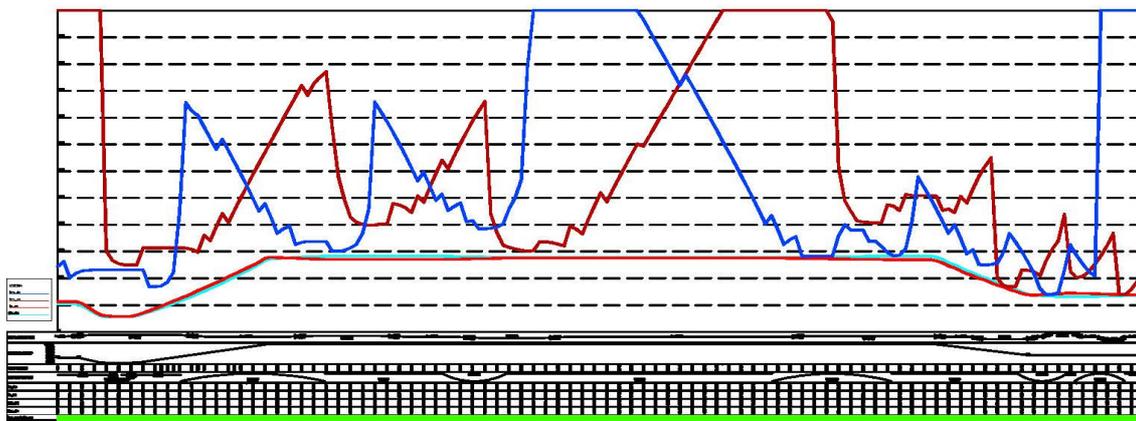


Figura 8 – Diagramma di visibilità

5 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

La variante in progetto si sviluppa da sud-ovest verso nord-est, con inizio (progr. 0+000) corrispondente al Km 155+500 della S.S. 87 in località "Masseria Lombardi", segue per un tratto la vecchia S.S. 87 che poi lascia per andare in variante con un raggio destrorso di m 300,00. Alla progr. 0+200 è stata progettata una Rotatoria di 50,00 m. di diametro a 3 bracci di cui quello ad ovest serve per ricollegarsi alla vecchia S.S. 87, con sezione stradale tipo F2, che rimarrà a servizio della viabilità locale.

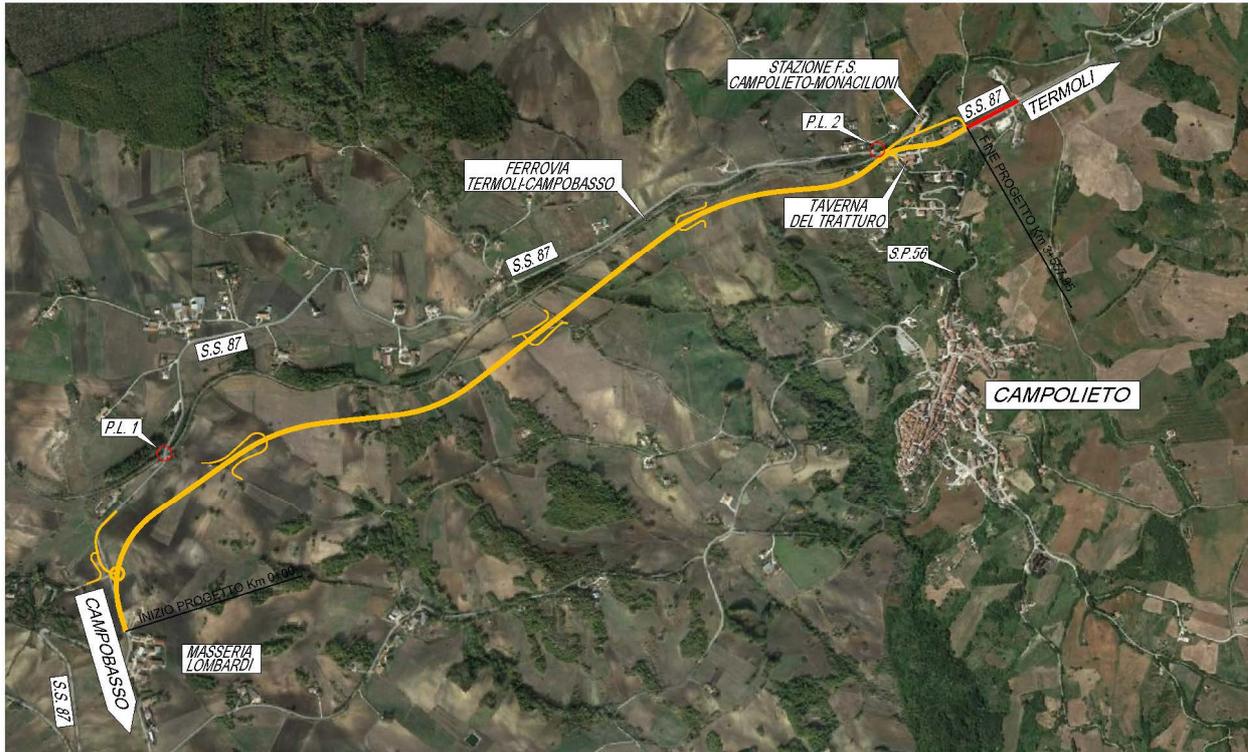


Figura 9 – Nuovo tracciato su fotomosaico

Il nuovo tracciato corre sempre a sud della linea ferroviaria Campobasso-Termoli in modo da eliminare i due passaggi a livello esistenti. Segue un rettilineo lungo m 248,20 per poi proseguire con una curva sempre destrorsa di raggio m 600,00. Dopo un breve rettilineo di m 143,72 una nuova curva sinistrorsa di raggio m 500,00 ubicata a sud della "Taverna Clemente" si immette in un rettilineo di m 698,46. Una flessione di raggi m 800,00 e m 300,00 permette al tracciato di ricollegarsi alla S.S. 87 esistente in località "Taverna del Tratturo" per poi proseguire sul sedime esistente con due raggi uno destrorso ed uno sinistrorso di m 175,00 e m 150,00 fino alla fine del progetto al Km 3+557,95.

Alla progr. 3+210,00 è stata aggiunta una terza corsia di accumulo per la svolta in sinistra dell'intersezione a raso alla progr. 3+290,00 con la S.P. 56 esistente. Questa terza corsia prosegue fino a fine tracciato con isole di separazione rialzate ed inerbite per permettere agli utenti l'ingresso e l'uscita in sicurezza dalle abitazioni esistenti.

Alla progr. 3+555,00 l'intersezione a raso esistente verrà utilizzata per la nuova viabilità locale che permetterà, attraversando l'abitato, di raggiungere la stazione ferroviaria di "Campolieto-Monacilioni" e ricollegarsi alla S.S. 87 utilizzando il passaggio a livello esistente.

Al fine di conservare i collegamenti con Campobasso e Termoli e la viabilità locale, nonché di garantire l'esercizio durante le fasi di cantierizzazione durante la realizzazione del progetto, l'itinerario stradale definito dall'intervento utilizzerà la S.S. 87 esistente che rimarrà comunque in esercizio anche alla

ultimazione del progetto con funzione di collegamento locale per i nuclei abitativi presenti sparsi su questa porzione di territorio.

La viabilità comunale in prossimità della località "Taverna Clemente", interferita dal tracciato di progetto alla progr. 0+895,85 (asse 3) viene ricucita consentendo la continuità funzionale alla viabilità di accesso ai fondi agricoli come "Viabilità a destinazione particolare" con piattaforma di m 4,50 di larghezza. La stessa cosa avviene per le viabilità di ricucitura alle progr. 1+870,83 (asse 4 e 5) e progr. 2508.12 (asse 6).

In merito alle verifiche di legge è stato utilizzato il software CIVIL DESIGN della Digicorp.

6 ROTATORIA

La rotatoria ubicata al Km 0+200,00 è costituita da una rotatoria a tre bracci che consente all'Asse 1 di ricollegarsi alla vecchia S.S. 87, con larghezze degli elementi modulari definite secondo i criteri sotto descritti.

6.1.1 Larghezza degli elementi modulari

In assenza di specifiche indicazioni delle Norme CNR 71/73 relative alle intersezioni a rotatoria, per le dimensioni degli elementi modulari della rotatoria in progetto sono state prese in considerazione le prescrizioni riferite alle intersezioni a rotatoria contenute nel par. 4.5 del D.M. 19/04/2006 e riportate nella tabella seguente:

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*) per ingressi ad una corsia	≥ 40	6.00
	Compreso tra 25 e 40	7.00
	Compreso tra 15 e 25	7.00 - 8.00
Corsie nella corona rotatoria (*) per ingressi a più corsie	≥ 40	9.00
	< 40	8.50 - 9.00
Bracci di ingresso (**)		3.50 per una corsia
		6.00 per due corsie
Bracci di uscita(**)	< 25	4.00
	≥ 25	4.50
(*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia		
(**) deve essere organizzata al massimo con due corsie		

Tabella 12 - Dimensioni degli elementi modulari delle rotatorie secondo D.M. 19/04/2006

La rotatoria progettata ha un diametro massimo di 52,00 m con una corsia di 6,00 m e due banchine laterali di 1,00 m.

La geometrizzazione è avvenuta definendo un asse di tracciamento, a cui sono state riferite le caratteristiche geometriche plano-altimetriche, collocato in corrispondenza del centro della corsia. Tale asse costituisce il riferimento per le quote di progetto e per la rotazione della carreggiata. Quest'ultima è prevista ad unica falda con inclinazione pari al 2% verso l'esterno.

Con riferimento all'asse di tracciamento, è stato utilizzato un raggio pari a R=25.00 m.

Per la rotatoria in progetto sono state condotte verifiche finalizzate alla valutazione della deviazione delle traiettorie, del raggio di deflessione e alle verifiche di visibilità.

6.1.2 Deviazione delle traiettorie

Come riportato nel par. 4.5.3 del D.M. 19/04/2006 il criterio principale per definire la geometria delle rotatorie riguarda il controllo delle traiettorie di attraversamento del nodo. Infatti, per impedire l'attraversamento di una intersezione a rotatoria ad una velocità adeguata, è necessario che i veicoli siano deviati per mezzo dell'isola centrale.

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

La valutazione del valore della deviazione viene effettuato per mezzo dell'angolo di deviazione β di cui alla figura seguente.

Per determinare la tangente al ciglio dell'isola centrale corrispondente all'angolo di deviazione β , bisogna aggiungere a raggio di entrata $R_{e.2}$ un incremento b pari a 3.50 m. Per ciascun braccio di immissione si raccomanda un valore dell'angolo di deviazione β di almeno 45° .



Figura 10 – Costruzione geometrica per la determinazione dell'angolo di deviazione β , secondo D.M. 19/04/2006

La verifica della deviazione delle traiettorie è stata condotta graficamente determinando il valore dell'angolo β in corrispondenza dei bracci di immissione.

6.1.3 Verifica raggio di deflessione

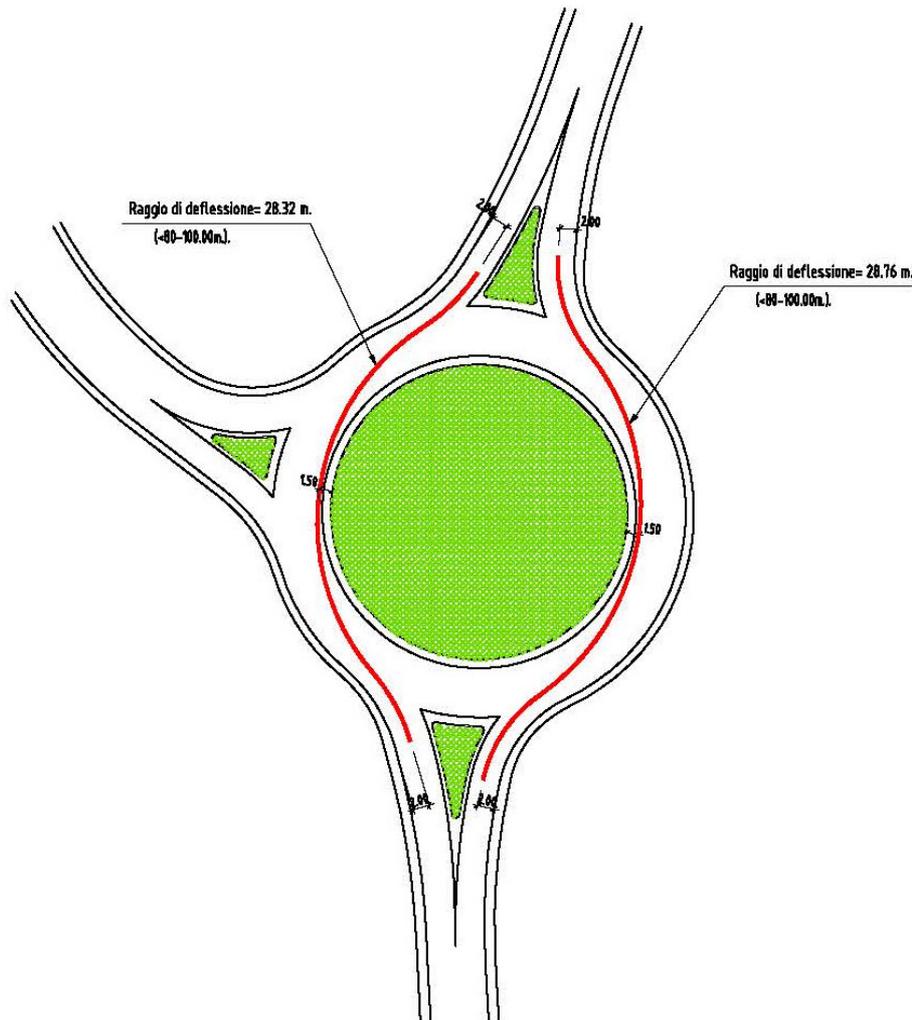


Figura 10 – Verifica di deflessione

I raggi di deflessione calcolati nella rotonda risultano essere inferiori a quelli di Normativa

6.1.4 Verifica della Distanza di Visibilità

Per la rotonda in progetto sono state svolte le verifiche di visibilità prendendo come riferimento le prescrizioni contenute nel par. 4.6 del D.M. 19/04/2006 che di seguito si richiamano.

Negli incroci a rotonda, i conducenti che si approssimano alla rotonda devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi; sarà sufficiente una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata nella figura successiva, posizionando l'osservatore a 15.00 m dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello rotondario.

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

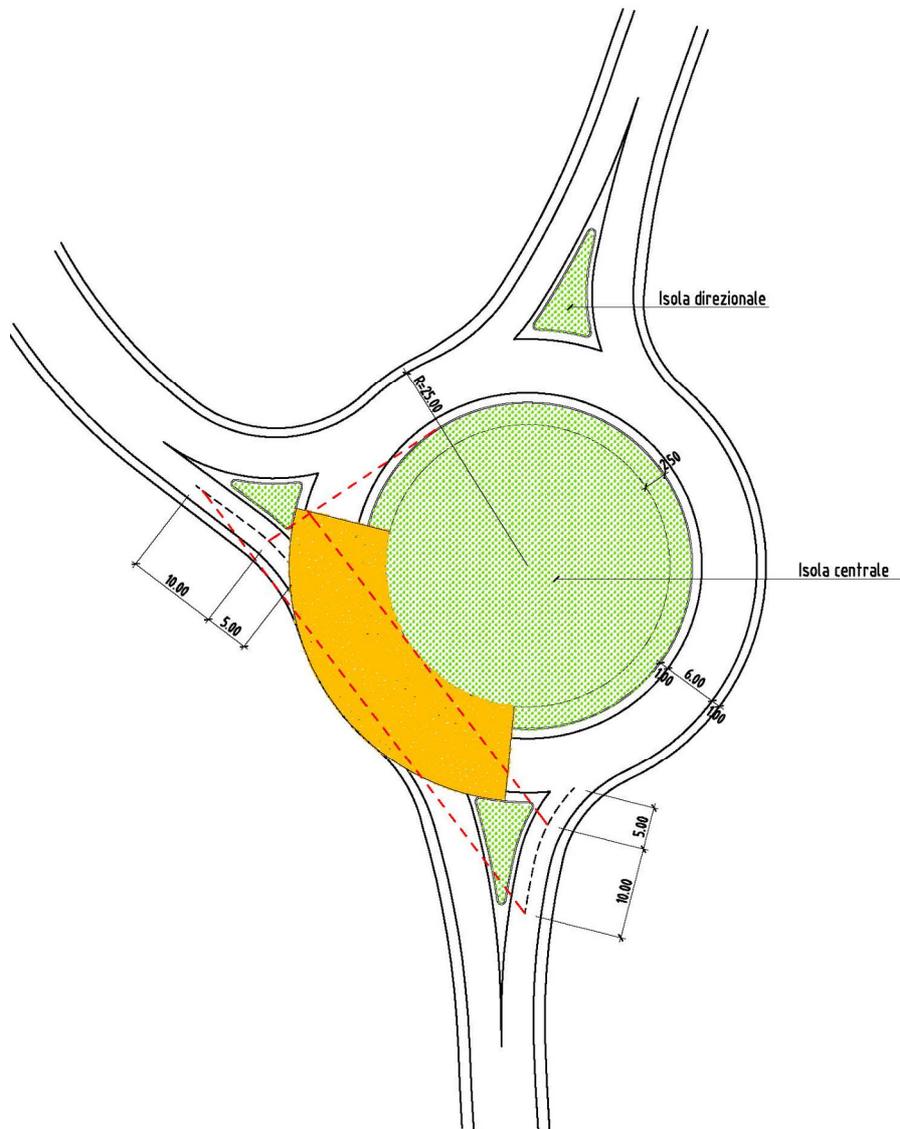


Figura 11 – Schema visibilità in rotonda secondo D.M. 19/04/2006

6.1.5 Verifica della Distanza di Arresto

La distanza di arresto nella rotonda è pari a 40,66 m, inferiore alla distanza di visibilità minima di 51,00 m.

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

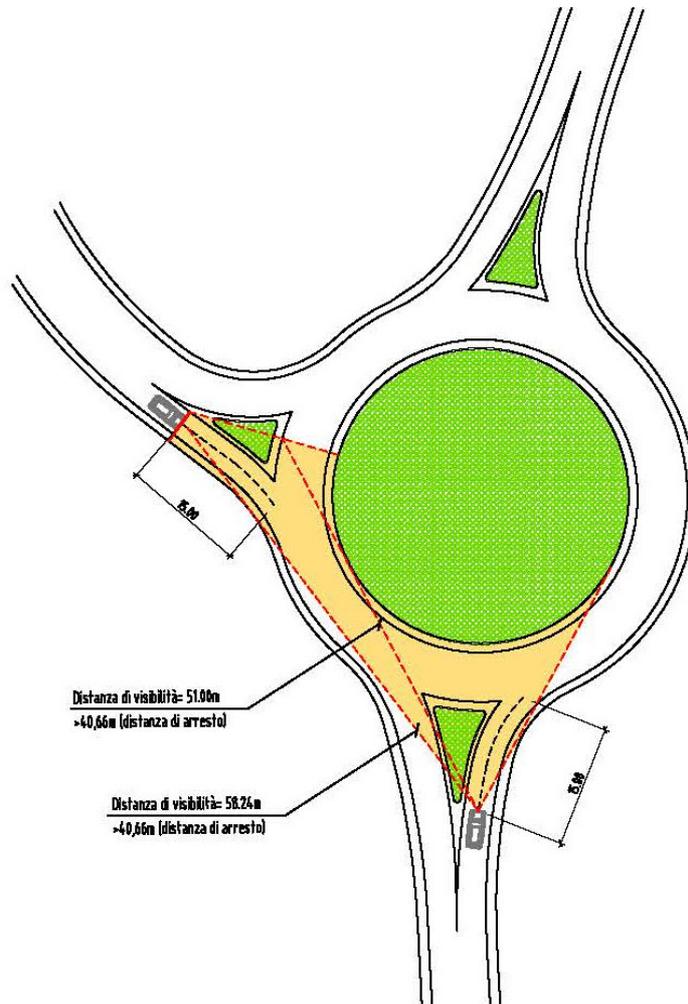


Figura 12 – Verifica di visibilità

Velocità	V_0 [km/h] =	40
Pendenza	i [%] =	0
Tipo di strada*	S o A =	S
Massa	m [kg] =	1250
Coefficiente aerodinamico	C_x =	0,35
Superficie resistente	S [mq] =	2,1
Distanza di arresto	D_a [m] =	40.66

* S per le Strade, A per le Autostrade

6.1.6 Sezione tipo

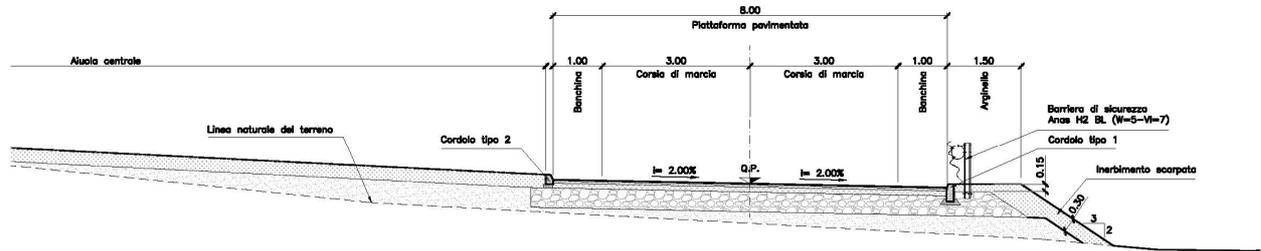


Figura 13 – Sezione tipo rotatoria in rilevato

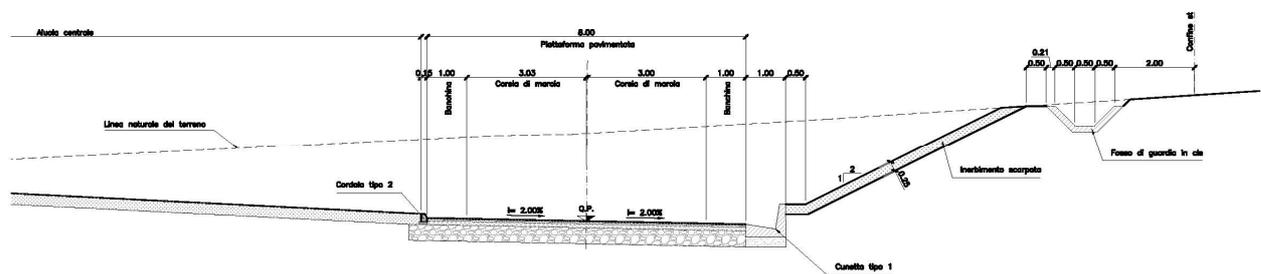


Figura 14 – Sezione tipo rotatoria in scavo

7 INTERSEZIONI

Al Km 3+290,00 il tracciato incontra una intersezione a raso esistente con la S.P. 56 ed al Km 3+555,00 un'altra intersezione a raso con viabilità locale. Queste due intersezioni a T vengono ri-geometrizzate con la nuova S.S.87

Per quanto riguarda la gerarchizzazione delle manovre, i flussi veicolari provenienti dalle viabilità sono regolamentati attraverso segnaletica di "STOP". Le viabilità costituiscono, quindi, "strada secondaria" rispetto alla viabilità di progetto S.S. 87 che assume, pertanto, i caratteri di "strada principale".

7.1.1 Trattati specializzati

Per le diverse manovre consentite in corrispondenza delle intersezioni, sono stati previsti tratti specializzati con corsie centrali di accumulo e corsie centrali di immissione.

- Corsia centrale di accumulo

La corsia centrale di accumulo, per l'esecuzione delle manovre di svolta a sinistra dalla strada principale, comporta l'allargamento trasversale della carreggiata in modo da consentire la fermata dei veicoli in attesa di svolta, senza interrompere il deflusso veicolare lungo la medesima direzione di provenienza.

Tale corsia, con riferimento alla figura seguente (fig. 31 delle Norme CNR 31/73), si compone dei seguenti tratti:

Tratto di raccordo Lr;

Tratto di manovra Lc;

Tratto di decelerazione L_d ;

- Tratto di accumulo L_a .

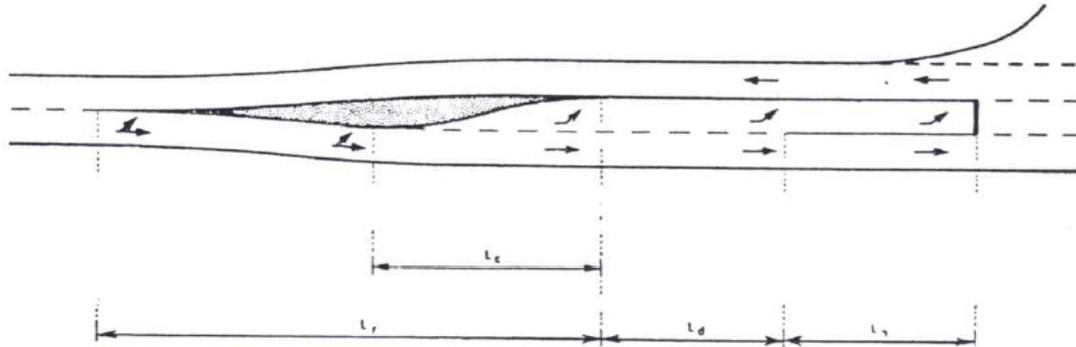


FIG. 31

Figura 15: Schema corsia centrale di accumulo Norme CNR 31/73 (Fig. 31)

Per i tratti di cui sopra, le Norme CNR 31/73 (par. 10.4.1.2 e par. 10.4.2.1) forniscono le seguenti indicazioni:

- Tratto di raccordo L_r :

$$L_r = V_c \cdot a^{1/2}$$

dove a rappresenta l'allargamento necessario ed è pari alla larghezza delle corsie supplementari qualora esso sia realizzato da un solo lato; in caso contrario esso sarà pari alla metà della larghezza suddetta, La velocità V_c è espressa in km/h.

- Tratto di manovra L_c :

La lunghezza di tale tratto è ricavabile dalla tabella seguente (Tabella IV delle Norme CNR 31/73) con riferimento alla seconda serie di valori; tuttavia essa non dovrà mai essere inferiore a 30 m.

Resistenza	I = -4%							I = 0%							I = +4%							
	40	50	60	70	80	90	100	40	50	60	70	80	90	100	40	50	60	70	80	90	100	
Velocità (km/h) V																						
m	10	15	25	40	60	80	105	5	10	20	30	40	55	75	--	5	15	20	30	40	55	
m	30	35	40	45	50	55	60	20	25	30	35	40	45	50	15	20	25	30	35	40	45	

Tabella 13: Lunghezza tratto di manovra L_c Norme CNR 31/73 (Tabella IV)

- Tratto di decelerazione L_d :

La lunghezza minima del tratto destinato alla decelerazione è determinata in base alla tabella precedente con riferimento alla prima serie di valori.

- Tratto di accumulo L_a ;

Il tratto destinato all'accumulo dei veicoli dovrà avere una lunghezza non inferiore a 20 m.

Per i tratti di decelerazione L_d e di accumulo L_a è stata previsto un modulo di corsia pari a 3,50 m.

Ad integrazione delle indicazioni delle Norme CNR 31/73, la lunghezza del tratto di accumulo è stata calcolata studiando il fenomeno di attesa dei veicoli che debbono effettuare la svolta a sinistra.

Per la definizione del tratto di accumulo sono stati utilizzati, pertanto, modelli mutuati dalla teoria dei fenomeni di attesa dei veicoli in coda e svolgendo una serie di considerazioni sulla base delle regole e dei criteri della "tecnica della circolazione". L'approccio utilizzato è riportato di seguito.

Si consideri il comportamento dell'autista di un veicolo il quale, giunto alla linea di STOP ubicata alla estremità di una corsia di accumulo, è in attesa di attraversare la corrente di senso opposto per eseguire la sua manovra di svolta a sinistra. Egli osserva gli intervalli fra i veicoli della corrente da attraversare e, non appena giudica uno di questi sufficientemente ampio, esegue la sua manovra. L'ampiezza dell'intervallo accettato varia da un autista all'altro in funzione delle sue caratteristiche: età, sesso, condizioni psicologiche. Alcuni autisti accettano un intervallo solo quando è tanto ampio da garantire una manovra sicura, altri accettano intervalli alquanto più piccoli, eventualmente costringendo al rallentamento il veicolo che sopraggiunge nella corrente da attraversare.

Si può definire per ogni automobilista un *intervallo critico* T , tale che tutti gli intervalli ad esso inferiori vengono rifiutati, mentre quelli più grandi sono accettati. L'intervallo critico è distribuito in maniera aleatoria nella popolazione dei conducenti, ed esistono tecniche sperimentali che consentono di calcolarne la legge di probabilità. Nello studio dei fenomeni di attesa riguardanti la geometria stradale si suppone per semplicità che l'intervallo critico sia lo stesso per tutti i conducenti, uguale alla mediana della effettiva distribuzione di probabilità. I risultati di numerose misure sperimentali concordano nell'assegnare ad esso un valore compreso fra 7 e 8 sec.

Nella progettazione delle corsie di accumulo due sono i parametri che debbono essere calcolati: il numero medio di veicoli in attesa, e il tempo medio di attesa. Il primo parametro è necessario per calcolare la lunghezza della zona di accumulo, il secondo per conoscere il livello di servizio della soluzione progettuale adottata, ed in particolare le sue caratteristiche di sicurezza: se infatti il tempo di attesa risultasse eccessivamente elevato, potrebbe accadere che i veicoli in testa alla coda, stanchi di aspettare, decidessero di forzare la corrente di verso opposto con il pericolo di incidenti.

In un fenomeno di attesa gli elementi che ne determinano le caratteristiche sono la portata che alimenta la coda ed il *tempo di servizio*, cioè il tempo che un utente giunto alla testa della coda deve aspettare prima di potersi allontanare. Nel caso delle zone di accumulo alle intersezioni la portata che alimenta la coda è quella che svolta a sinistra, mentre si dimostra che nella generalità dei casi il tempo di servizio s è dato dalla somma dell'intervallo critico più gli intervalli della corrente da attraversare che vengono rifiutati.

Il tempo di servizio è quindi una variabile aleatoria, i cui parametri della legge di probabilità sono funzioni dell'intervallo critico T e della portata Q_1 della corrente da attraversare.

Indicando con Q_2 la portata della corrente di svolta a sinistra, nell'ipotesi che i veicoli si succedano lungo di essa con legge poissoniana, le espressioni del tempo medio di attesa $E[w]$ e del numero medio $E[q]$ di veicoli in attesa sono:

$$E[w] = b + \frac{Q_2(b^2 + Var[s])}{2(1 - Q_2b)} \quad (1)$$

$$E[q] = Q_2 E[w] \quad (2)$$

dove b e $Var[s]$ sono la media e la varianza del tempo di servizio, funzioni, come si è detto, dell'intervallo critico T e della portata Q_1 della corrente da attraversare.

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

Nelle figure seguenti è riportato l'andamento del tempo medio di attesa $E[w]$ e del numero medio $E[q]$ di veicoli in attesa in funzione della portata Q_2 della corrente che svolta a sinistra, per un intervallo critico $T = 7$ sec e per diversi valori della portata Q_1 della corrente da attraversare.

Per calcolare la lunghezza della zona di accumulo partendo dal numero di veicoli in attesa si ritiene che ciascuno di essi occupi un tratto di 6 m della zona di accumulo. Allo scopo di garantire che con elevata probabilità i veicoli in attesa riescano ad essere ospitati nella zona di accumulo, occorre assegnare ad essa una lunghezza doppia di quella corrispondente al numero medio di veicoli in attesa.

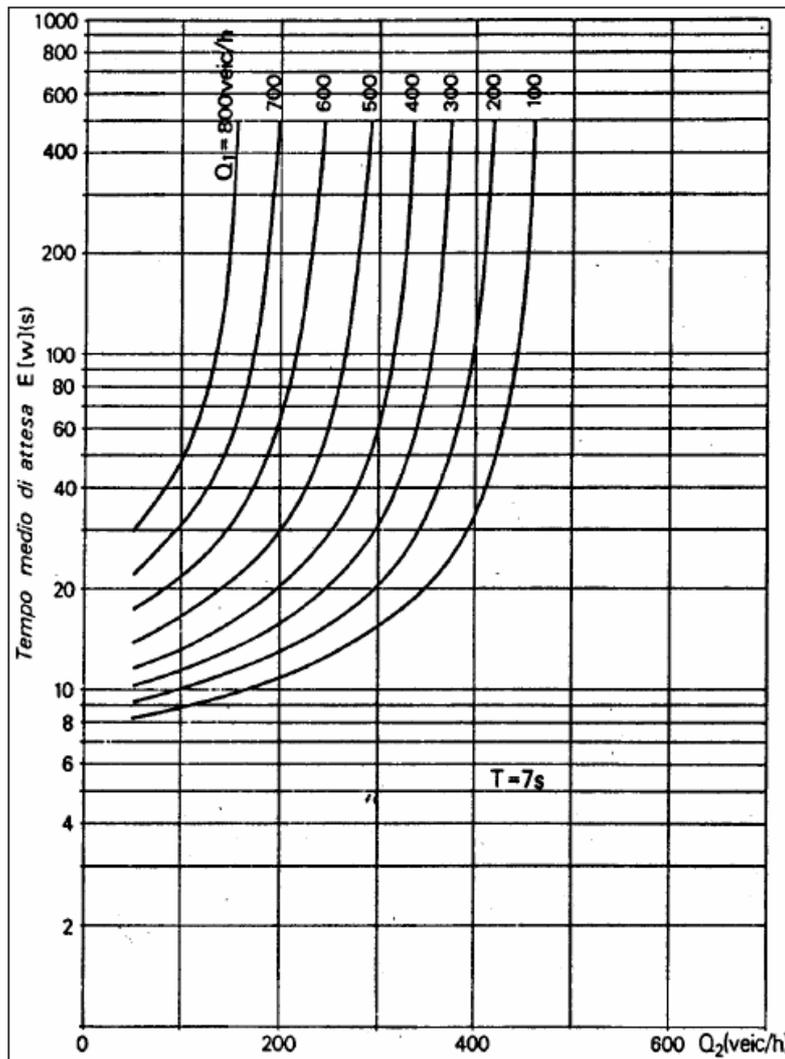


Figura 16: Tempo medio di attesa $E[w]$ in una corsia di accumulo

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

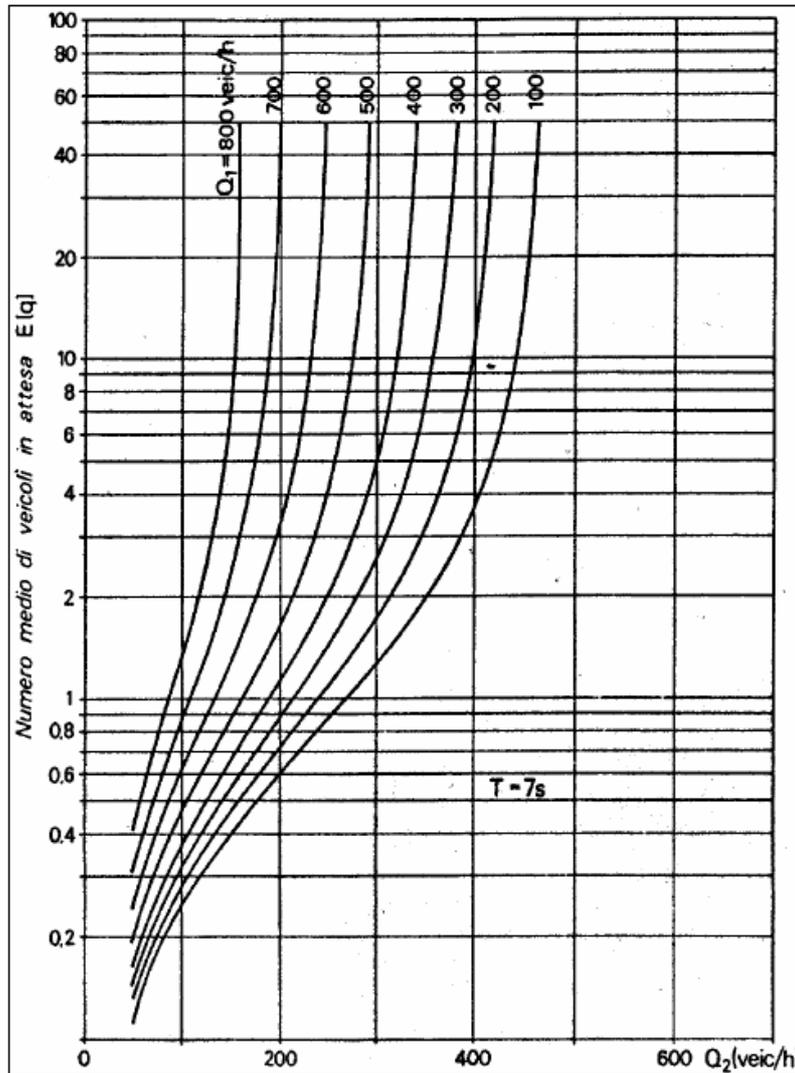


Figura 17: Numero medio di veicoli in attesa $E [q]$ in una corsia di accumulo

Per le svolte a sinistra sono state previste corsie allargamento carreggiata e corsie di accumulo descritte nelle figure seguenti.

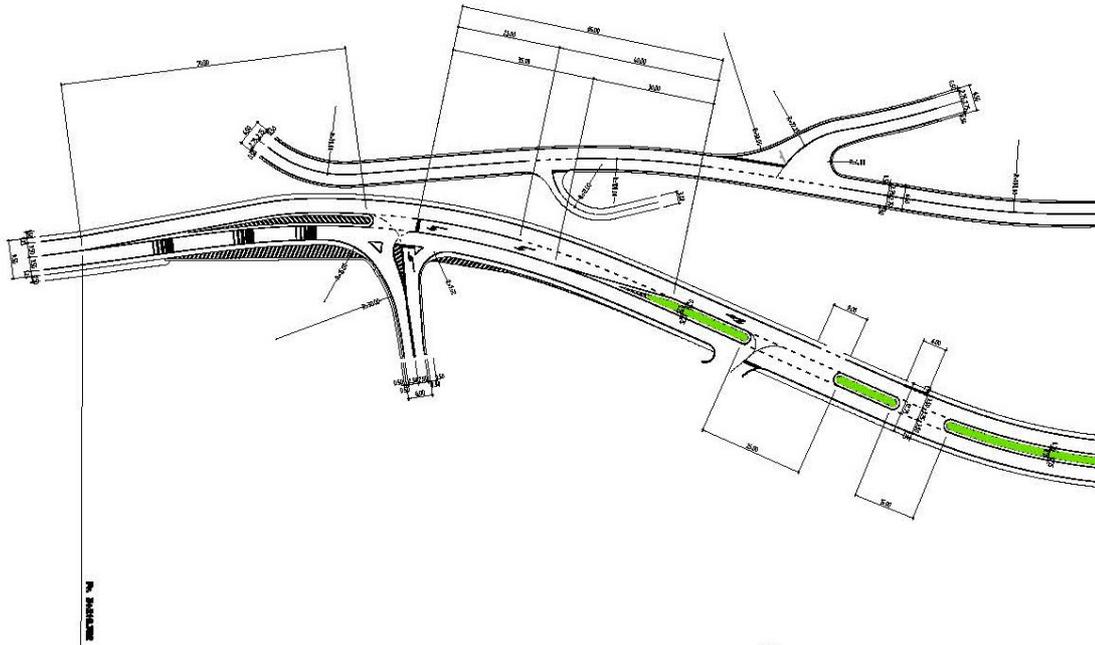


Figura 18 – Dimensionamento corsie intersezione con S.P. 56

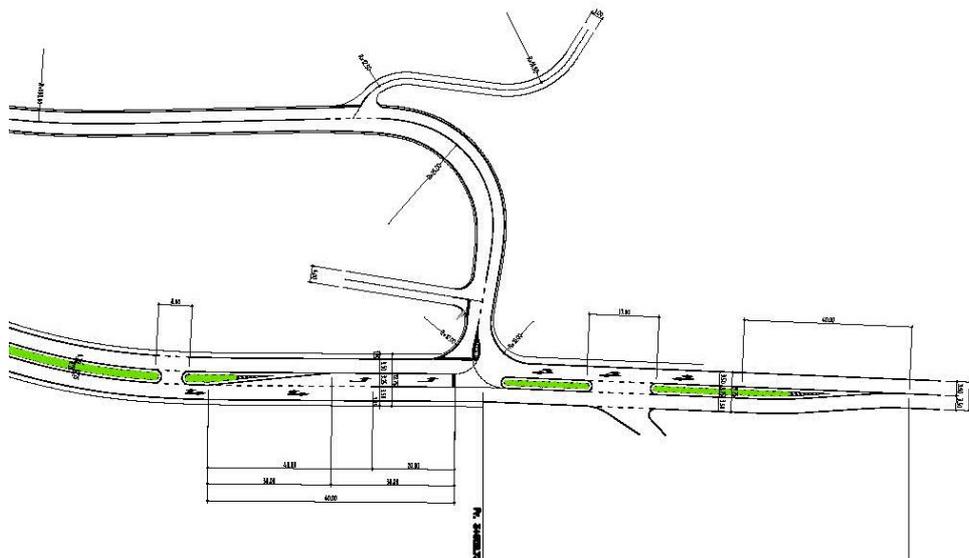


Figura 19 – Dimensionamento corsie intersezione con viabilità locale

7.2 TRIANGOLI DI VISIBILITÀ

Per il corretto e sicuro funzionamento delle intersezioni, è necessario che i veicoli che giungono all'incrocio e che si apprestano a compiere le manovre di attraversamento o di immissione possano reciprocamente vedersi onde adeguare la loro condotta di guida nei modi di regolazione dell'incrocio stesso.

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

A tal fine, come prescritto dal D.M. 19/04/2006, per le intersezioni previste in progetto sono state individuate le zone, denominate triangoli di visibilità (di cui nel seguito si riporta uno schema), che debbono essere libere da qualsiasi ostacolo che impedirebbe ai veicoli di vedersi.

Nel caso di regolazione con STOP, indicando con L e D, rispettivamente, il lato minore ed il lato maggiore del triangolo di visibilità, si ha:

- $L = 3 \text{ m}$;
- $D = v \cdot t$; dove:
- v = velocità di riferimento [m/s], pari alla velocità di progetto della strada principale, oppure, in presenza di limiti di velocità, la massima velocità consentita;
- t = tempo di manovra = 6 s (tale tempo deve essere aumentato di 1 s per ogni punto percentuale in più della pendenza del ramo secondario, quando la stessa supera il 2%).

La determinazione dei triangoli di visibilità per le intersezioni tra la viabilità di progetto S.S. 87 e la viabilità S.P. 56 e tra S.S. 87 e la nuova viabilità locale per il P.L. e per la Stazione FS di Campolieto, sono riportate nelle tabelle e figure seguenti.

Tenendo conto che per la viabilità di progetto S.S.87 nel tratto finale è stato adottato un valore di velocità di progetto pari a 50 km/h, i triangoli di visibilità sono stati determinati sulla base di tale valore di velocità lungo la viabilità di progetto della strada principale.

S.S. 87									
Intersezione con viabilità S.P. 56 - Triangolo di visibilità Lato Nord									
Vp [km/h]	v [m/s]	Regolazione manovra	L [m]	t [m/s]	i [%]	Δt [s]	teff [s]	D [m]	Esito verifica
50	14	STOP	3	6	>2	0	6	83.33	soddisfatta
S.S. 87									
Intersezione con viabilità S.P. 56 - Triangolo di visibilità Lato Sud									
Vp [km/h]	v [m/s]	regolazione manovra	L [m]	t [m/s]	i [%]	Δt [s]	teff [s]	D [m]	Esito verifica
40	11	STOP	5	6	>2	0	6	83.33	soddisfatta
<p>Vp = velocità di progetto della strada principale v = velocità di riferimento = $V_p/3,6$ regolazione manovra = tipo di regolamentazione manovra non prioritaria L = lato minore del triangolo di visibilità t = tempo di manovra i = pendenza longitudinale del ramo secondario Δt = incremento del tempo di manovra teff = tempo di manovra effettivo = $t + \Delta t$ D = lato maggiore del triangolo di visibilità = $v \cdot \text{teff}$</p>									

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

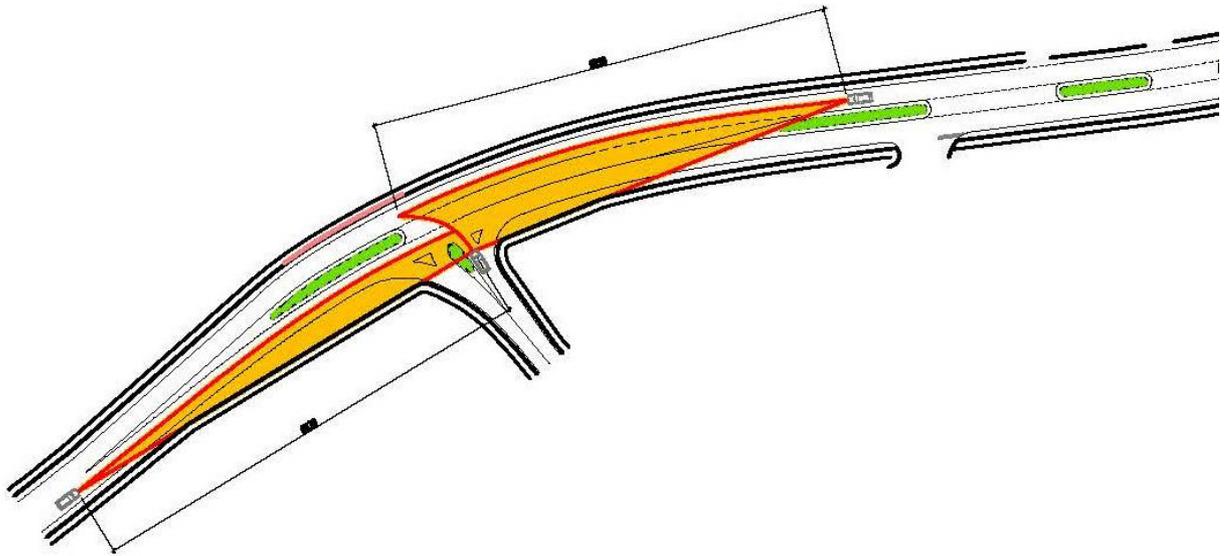


Figura 20 – Verifica di visibilità S.P. 56

In questa intersezione, con allargamento in destra della banchina della S.S. 87 in arrivo sullo stesso incrocio, i triangoli di visibilità sono ampiamente soddisfatti.

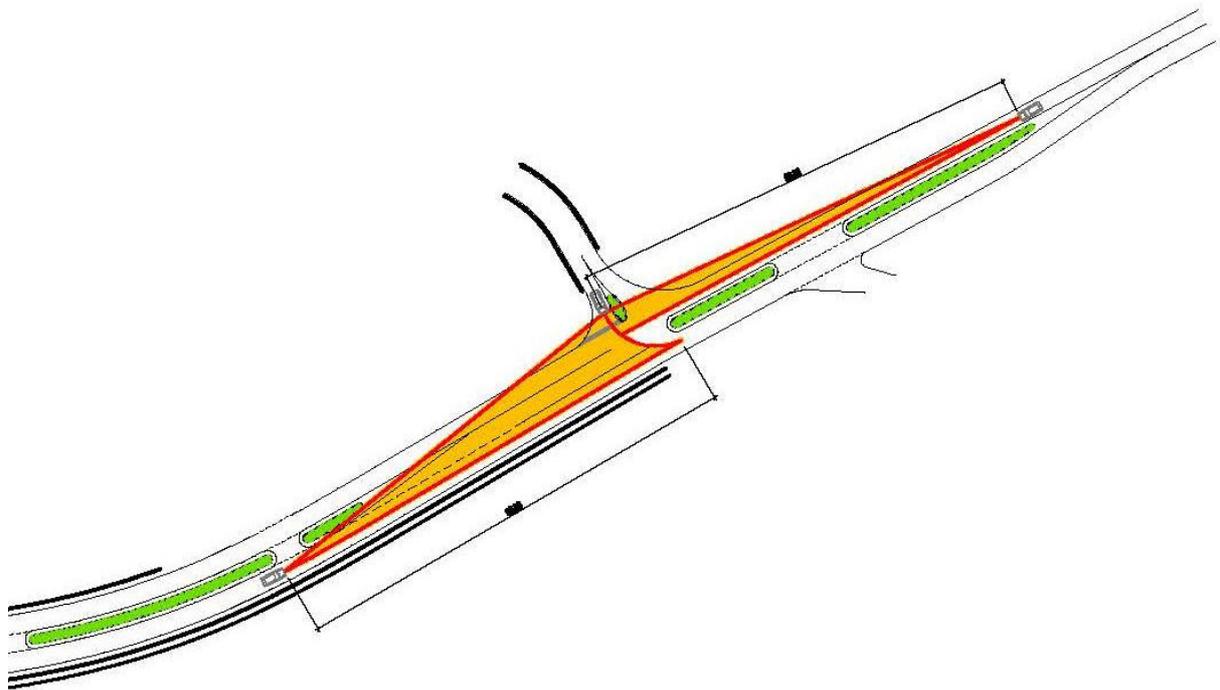


Figura 21 – Verifica di visibilità viabilità locale per P.L.

Anche in questa intersezione, i triangoli di visibilità sono ampiamente soddisfatti.

8 PIAZZOLE DI SOSTA

Nel nuovo tracciato della S.S. 87 sono state previste 3 piazzole di sosta in dx e tre in sx distanziate di 1000 m per ogni senso di marcia di dimensioni conformi alle prescrizioni normative (par. 3.6.2 del D.M. 05/11/2001) secondo lo schema sotto mostrato.

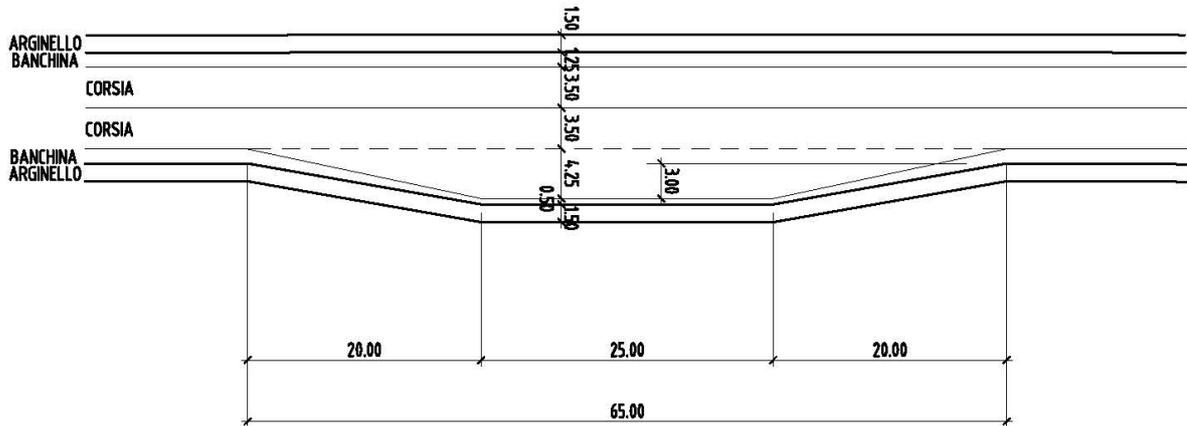


Figura 22 – Schema di piazzola di sosta

8.1.1 Ubicazione piazzole di sosta

N	Progressiva	Sx	DX
1	0+627,50	X	
2	0+712,50		X
3	1+627,50		X
4	1+712,50	X	
5	2+652,50	X	
6	2+712,50		X

9 VIABILITA' SECONDARIE

9.1 PREMESSA

Il progetto Definitivo della S.S. 87 "Sannitica" è caratterizzato da un tracciato che interferisce con la rete stradale esistente.

Per la risoluzione di tali interferenze, sono previsti interventi di adeguamento della viabilità esistenti interferite finalizzati alla risoluzione delle interferenze con le opere previste in progetto.

Gli interventi di risoluzione previsti comportano modifiche planimetriche e/o altimetriche a tratti di viabilità esistenti, nonché nuove viabilità di collegamento o riconnessione alle viabilità esistenti.

Gli interventi previsti in progetto con riferimento alla viabilità interferita sono i seguenti:

VIABILITA'	Progressiva	Assi di riferimento	Categoria funzionale	b
Asse 1	0+200,00	Asse S.S. 87	F2	8,50
Asse 2	0+103,08	Asse 1	Destinazione particolare	4.50
Asse P.L.	3+555,17	Asse S.S. 87	F1u	6.50
Asse F.S.	0+126.97	Asse P.L.	F1u	6.50
S.P. 56	3+287,37	Asse S.S. 87	F1u	esistente
Asse 3	0+902,70	Asse S.S. 87	Destinazione particolare	4.50
Asse 4	1+870,83	Asse S.S. 87	Destinazione particolare	4.50
Asse 5	0+036,44	Asse 4	Destinazione particolare	4.50
Asse 6	2+508,12	Asse S.S. 87	Destinazione particolare	4.50
Asse 7	0+71,40	Asse P.L.	Viabilità locale	3.00
Asse 8	0+262,33	Asse P.L.	Viabilità locale	3.00
Asse 9	0+330,18	Asse P.L.	Viabilità locale	4.00

9.2 CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere previste in progetto e la rete stradale esistente, sono previsti interventi di adeguamento delle viabilità esistenti interferite consistenti in:

- Modifiche planimetriche e/o altimetriche a tratti di viabilità esistenti;
- Nuove viabilità di collegamento e riconnessione delle viabilità esistenti.

Nel testo allegato alla norma D.M. 05/11/2001, al cap. 1 si evidenzia che "interventi su strade esistenti vanno eseguiti adeguando alle presenti norme (D.M. 05/11/2001), per quanto possibile, le caratteristiche geometriche delle stesse, in modo da soddisfare nella maniera migliore le esigenze della circolazione."

Il progetto degli interventi di risoluzione ha tenuto conto del D.M. 05/11/2001 nei termini previsti nel successivo D.M. 22/04/2004 e cioè che "le presenti norme (D.M. 05/11/2001) si applicano per la costruzione di nuovi tronchi stradali e sono di riferimento per l'adeguamento delle strade esistenti, in attesa dell'emanazione per esse di una specifica normativa".

9.2.1 Asse 1

L'asse 1 è la viabilità che partendo dalla Rotatoria si ricollegherà più a Nord alla S.S. 87 esistente che declassata diventerà viabilità locale. Il tracciato di circa 250,00 m prevede due curve destrorse di raggi 60,00 m e 80,00 m. La sezione tipo di progetto è una F2 con piattaforma di 8,50 m composta da due corsie di 3,25 m e due banchine da 1,00 m. La pavimentazione prevista sarà di 39 cm (3 cm di strato di usura + 4 cm di binder in conglomerato bituminoso + 10 cm di strato di base in misto bitumato e 22 cm di strato di fondazione in misto granulare).

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

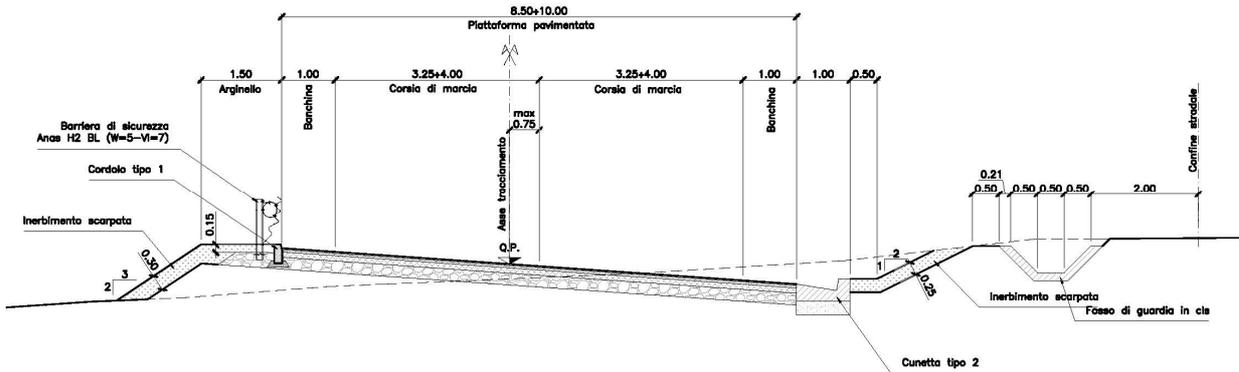


Figura 23 – Sezione tipo Asse 1

9.2.2 Asse P.L. e Asse F.S.

L'Asse P.L. è la nuova viabilità che partendo dalla intersezione a raso esistente al Km 3+555 va a ricollegarsi al Passaggio a Livello sulla S.S. 87 esistente in località Taverna del Tratturo. L'Asse F.S. è la riabilitazione del tratto esistente di servizio alla stazione ferroviaria di "Campolieto-Monacilioni". Queste due viabilità hanno una sezione stradale pavimentata di 6,50 m composta da due corsie di 2,75 m e due banchine da 0,50 m. Il pacchetto di pavimentazione è lo stesso previsto per l'Asse 1.

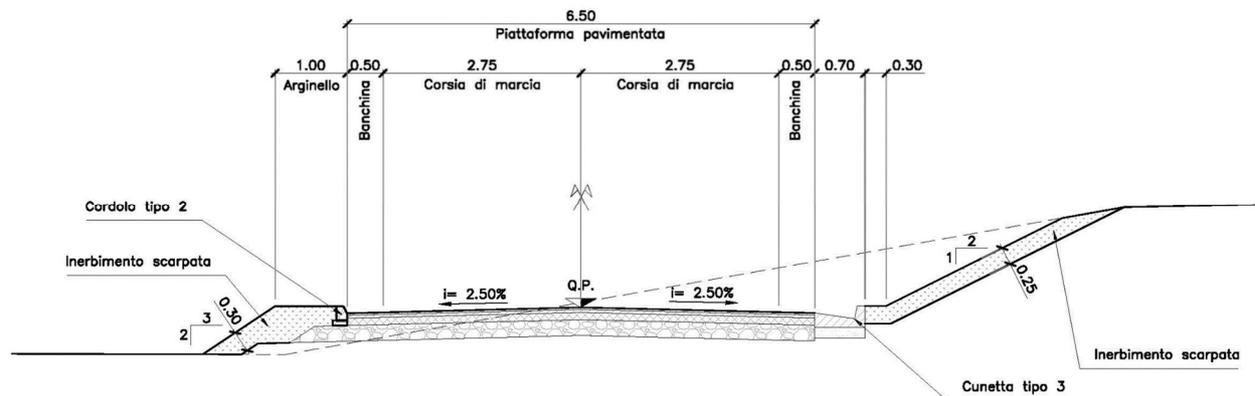


Figura 24 – Sezione tipo Asse P.L. e F.S.

9.2.3 Asse S.P. 56

L'Asse S.P. 56 è l'asse che ricollega al Km 3+287 la S.P. 56 esistente alla nuova S.S.87 con una intersezione a raso con un miglioramento funzionale della circolazione, una visibilità maggiore con conseguente innalzamento del livello di sicurezza rispetto a quella esistente. Anche per questa il pacchetto di pavimentazione utilizzato sarà lo stesso delle precedenti.

9.2.4 Assi 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 - 9

Le viabilità in oggetto sono riferite ad interventi di risoluzione delle interferenze dell'asse principale della S.S. 87 con "strade agricole", inquadrandosi pertanto come "strade locali a destinazione particolare" le quali non rientrano nell'ambito di applicazione del D.M. 05/11/2001 - par 3.5. Per tali tipo di strade le caratteristiche compositive prescritte dal D.M. e caratterizzate dal parametro "velocità di progetto" non sono applicabili. Tuttavia, ai nuovi collegamenti stradali sono state attribuite caratteristiche funzionali compatibili con la funzione assoluta nel territorio (viabilità di accesso ai fondi agricoli) ed il transito previsto.

La sezione tipo sarà una sezione con piattaforma di 4,50 m e pavimentazione in "Macadam" di cm 35.

SEZIONE TIPO ASSI 2-3-4-5-6-7-8-9 IN RILEVATO

scala 1:50

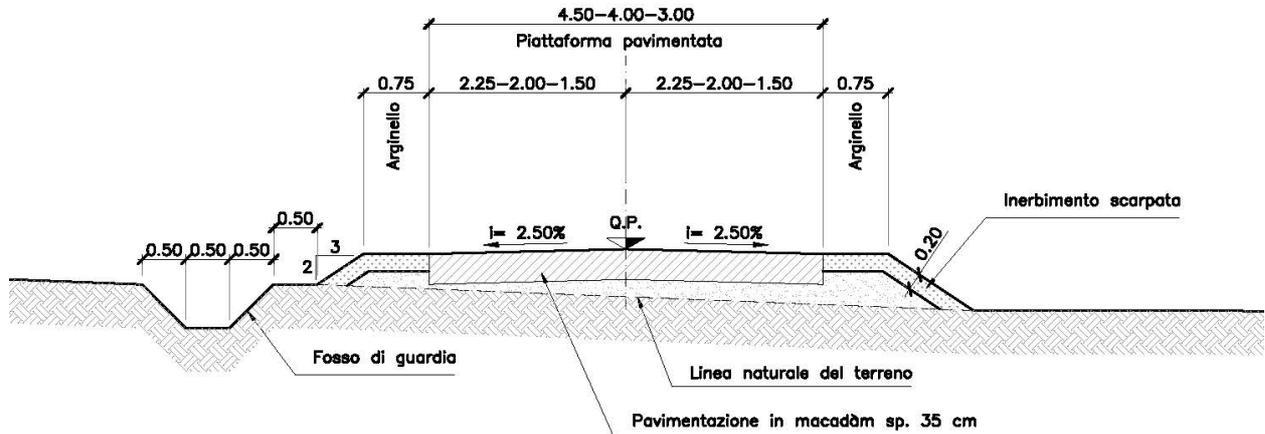


Figura 25 – Sezione tipo in rilevato

SEZIONE TIPO ASSI 2-3-4-5-6-7-8-9 IN SCAVO

scala 1:50

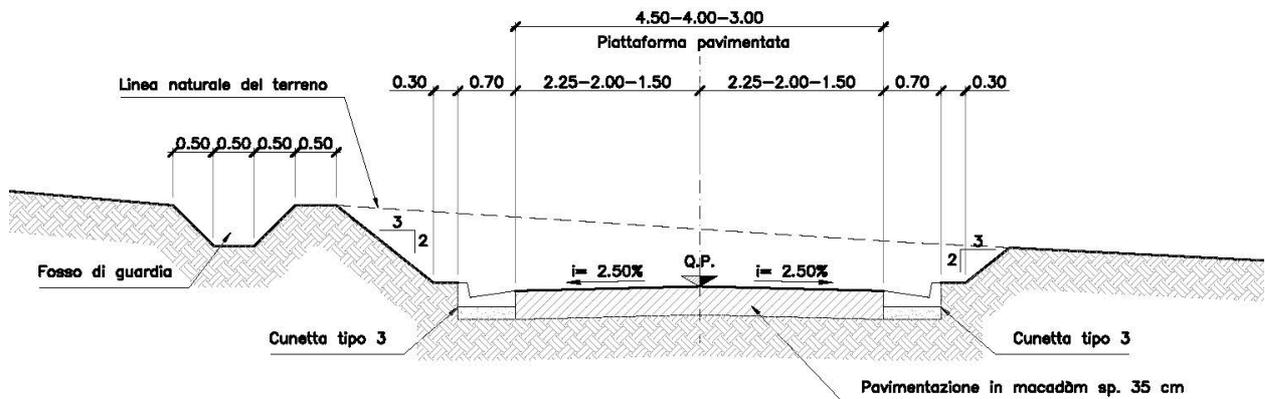


Figura 26 – Sezione tipo in scavo

10 BARRIERE DI CONTENIMENTO STRADALI E SEGNALETICA

10.1 BARRIERE DI SICUREZZA

L'incremento della sicurezza delle viabilità in oggetto può essere ottenuto operando simultaneamente sui fattori che incidono sulla sicurezza attiva della strada e su quella passiva.

La sicurezza attiva è influenzata da tutti quei provvedimenti che mirano ad aumentare la probabilità che non si verifichino incidenti stradali (tracciati coerenti, adeguate visuali libere per l'arresto, adeguatezza della segnaletica stradale, buona aderenza offerta dalla pavimentazione, illuminazione notturna, etc.).

I presidi utilizzati per garantire adeguati livelli di sicurezza passiva, in genere, invece, non mirano alla riduzione del numero di incidenti stradali ma vengono posti in opera con l'intento di mitigare i danni, alle persone ed alle cose, derivanti dal verificarsi di un incidente.

Tra i dispositivi di sicurezza passiva, un ruolo di eminente importanza è rivestito dai dispositivi di ritenuta che, come indicato dalla Normativa Italiana, sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare per gli utenti della strada e per gli esterni eventualmente presenti, accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione della strada, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Tali caratteristiche funzionali presuppongono che i dispositivi di ritenuta devono essere idonei ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in moto prima dell'impatto e, contemporaneamente, limitare gli effetti nocivi, derivanti dell'urto, sui passeggeri. Inoltre, a seguito dell'impatto, il veicolo in svio non deve valicare la barriera (ciò al fine di preservare tutto quello che si trova oltre la struttura di contenimento) e deve rientrare gradualmente in carreggiata in modo da non interferire, per quanto possibile, coi veicoli in transito e con le altre componenti di traffico ammesse in strada.

10.2 CLASSIFICAZIONE DELLE BARRIERE DI SICUREZZA

E' consuetudine, anche con riferimento a ciò che prescrive la normativa italiana (art. 1 D.M. 21/06/2004), classificare le barriere di sicurezza in relazione alla loro destinazione ed ubicazione.

Considerate le diverse zone che possono necessitare di una specifica protezione, le barriere si distinguono in:

- barriere bordo laterale;
- barriere per opere d'arte (ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.);
- barriere, o dispositivi, per punti singolari come quelle utilizzate per la chiusura di varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

Lungo i margini stradali dell'asse principale è stata prevista l'istallazione di barriere di sicurezza longitudinali "tipo ANAS" allo scopo di realizzare accettabili condizioni di sicurezza, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Per i criteri di posizionamento lungo il tracciato di progetto e per la scelta della classe minima di barriera da adottare si è fatto riferimento a quanto prescritto dal D.M 21/06/2004.

La scelta della classe di riferimento del tipo di barriera utilizzata in questo progetto è stata determinata dal tipo di traffico previsto sull'arteria principale. Dallo studio effettuato sulla SS87, il traffico nello scenario con progetto al 2027 è TGM= 5,690 Veh/Giorno con 5,504 veh/giorno leggeri e 186 veh/giorno Pesanti. (LAVORI DI AMMODERNAMENTO DELLA S.S.87 INTERVENTI LOCALIZZATI PER GARANTIRE LA PERCORRIBILITA' IMMEDIATA TRATTO CAMPOBASSO - BIVIO S. ELIA LOTTI A1-A2-A3. Progetto Definitivo Studio di Traffico e Analisi Costi Benefici). Da questo studio si può assegnare alla viabilità un tipo di traffico III e di conseguenza barriere bordo laterali di tipo H2 e H3 bordo ponte.

Per il posizionamento planimetrico, la classe e l'estensione si rimanda all'elaborato "Planimetria di segnaletica e barriere di sicurezza".

10.3 LA NORMATIVA EUROPEA

Il quadro normativo comunitario fa riferimento alla Norma UNI EN 1317 "Barriere di sicurezza stradali", suddivisa in 8 Parti:

- Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova;
- Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari;

- Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto;
- Parte 4: Linee guida per la meccanica computazionale di prove d'urto sul sistema di ritenuta del veicolo - Procedure di validazione;
- Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento di veicoli;
- Parte 6: Sistema di ritenuta dei pedoni - Parapetti pedonali;
- Parte 7: Livello di contenimento, metodi di prova e criteri di accettazione per i terminali;
- Parte 8: Sistemi di ritenuta stradali motociclisti in grado di ridurre la severità dell'urto del motociclista in caso di collisione con le barriere di sicurezza.

10.4 SEGNALETICA

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, si prevede la realizzazione di una segnaletica stradale orizzontale conforme alle prescrizioni contenute nel Nuovo Codice della Strada e successive modifiche ed integrazioni.

Le verifiche per la sicurezza sono state fatte tenendo conto della velocità di progetto di 60/100 km/h.

La segnaletica verticale prevede segnali di precedenza, divieto ed obbligo conforme alla Normativa di riferimento e comunque con criteri che, in relazione alla condizione locale, garantiscano la chiarezza di percettibilità ed inducano l'utenza ad un comportamento consono all'ambiente stradale.

Lungo tutto il tracciato per ambo i lati sono stati previsti delineatori normali di margine.

Le tipologie di segnali, la posizione e le dimensioni sono conformi al D.P. 16/12/1992 n°495 – Regolamento di esecuzione e attuazione del nuovo codice della strada.

Lungo l'intero tratto stradale è stata prevista, inoltre, una segnaletica stradale orizzontale costituita da strisce continue per la delineazione dei margini. Alla progr. 3+210.00 in corrispondenza dell'intersezione a raso con la S.P. 56 è stato inserito un allargamento per la visibilità evidenziato da una segnaletica orizzontale di tipo zebratura.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato "Planimetria di segnaletica stradale".

L'Ente proprietario della strada, che ha il compito di apporre e mantenere idonea segnaletica atta a garantire la sicurezza e la fluidità della circolazione (D.L. 30 Aprile 1992, n.285 - art.14 §1 – art.37 §1), dovrà far propria la segnaletica di cui al presente progetto, verificandola preventivamente ed apportando le integrazioni che dovesse ritenere opportuno.

11 OPERE D'ARTE MAGGIORI

Come opere d'arte principali sono previsti n. 4 viadotti che superano i tratti di maggior altezza dove l'orografia si presenta con zone di compluvio:

- Viadotto 1 da prog. 0+875 a 1+030 L = 155 m (L= luce asse appoggio-asse appoggio)
- Viadotto 2 da prog. 1+790 a 1+930 L= 140 m (L= luce asse appoggio-asse appoggio)
- Viadotto 3 da prog. 2+246 a 2+570 L = 324 m (L= luce asse appoggio-asse appoggio)
- Viadotto 4 da prog. 2+864 a 3+068 L = 204 m (L= luce asse appoggio-asse appoggio)

Il viadotto in oggetto è realizzato in sistema misto acciaio-calcestruzzo con schema statico a travata continua.

Con riferimento alla destinazione d'uso della costruzione e alla modalità d'impiego, la struttura in oggetto viene considerata appartenente al tipo di costruzione 2: "Opere ordinarie, ponti, opere

infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale", per le quali è prevista una vita nominale $V_N = 50$ anni.

La classe d'uso dell'opera si pone al tipo IV: "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità"; da cui discende che il periodo di riferimento per l'azione sismica è $V_R = V_N \times C_U = 100$ anni

11.1 SEZIONE TIPO IN VIADOTTO

Viadotto 1

La sezione trasversale dell'impalcato prevede due travi principali in acciaio a doppio T di altezza 2.25m e una trave centrale rompitratta HEB500; le travi principali sono collegate trasversalmente principalmente da traversi di tipo reticolare con aste costituite da profilati ad L opportunamente accoppiati con imbottiture. Sulle spalle sono previsti traversi ad anima piena a doppio T.

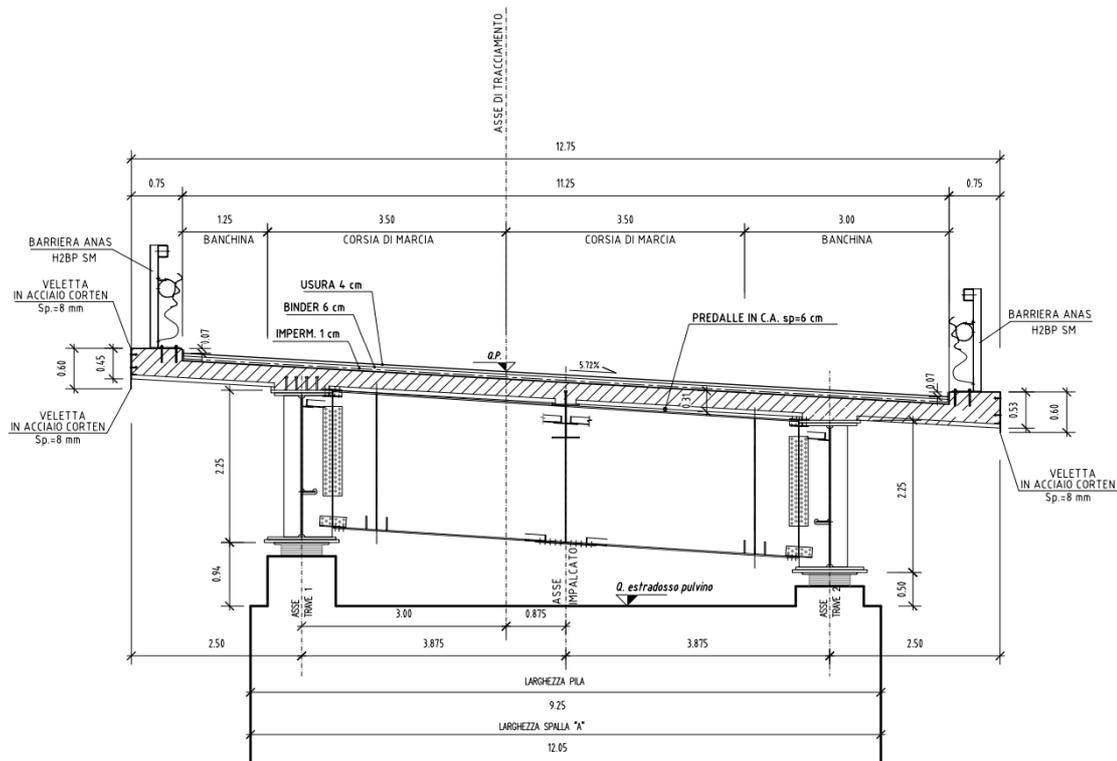
L'altezza della soletta è costante e pari a 31 cm, di cui 6 cm sono costituiti da predalles autoportanti e i restanti gettati in opera. La geometria della sezione prevede una dimensione costante degli sbalzi laterali di soletta (2.50 m) ed un interasse fra le travi costante pari a 3.875 m.

La larghezza complessiva dell'impalcato è di 12.75 m, di cui 11.25 costituiscono la piattaforma stradale ed i restanti gli elementi marginali di larghezza pari a 0.75 m in destra e 0.75 m in sinistra.

Completano l'impalcato le finiture, la pavimentazione di spessore di 11 cm, le velette laterali e le barriere di sicurezza.

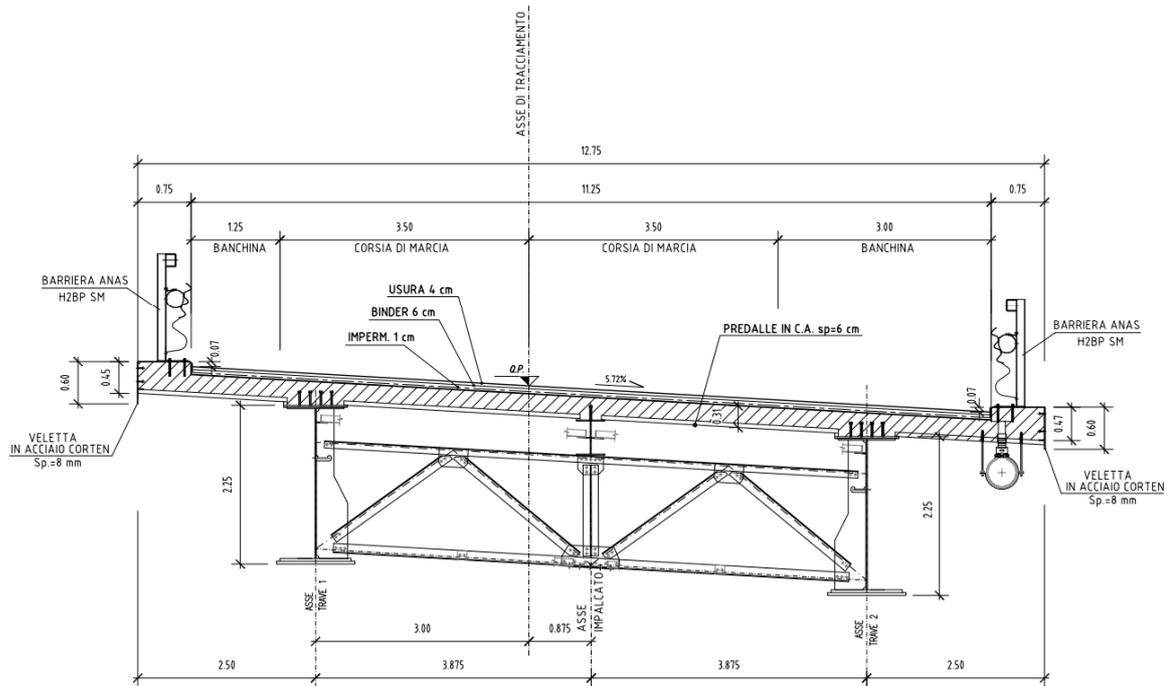
SEZIONE IN ASSE APPOGGIO

Scala 1:50



SEZIONE IN CAMPATA

Scala 1:50



Viadotto 2, 3 e 4

La sezione trasversale dell'impalcato prevede due travi principali in acciaio a doppio T di altezza costante; le travi principali sono collegate trasversalmente principalmente da traversi di tipo reticolare con aste costituite da profilati ad L opportunamente accoppiati con imbottiture. Sulle spalle sono previsti traversi ad anima piena a doppio T.

L'altezza della soletta è costante e pari a 31 cm, di cui 6 cm sono costituiti da predalle autoportanti e i restanti gettati in opera. La pendenza trasversale dell'impalcato viene ottenuta con un massetto delle pendenze variabile da 0 cm a 14 cm in asse carreggiata. La geometria della sezione prevede una dimensione costante degli sbalzi laterali di soletta (2.75 m) ed un interasse fra le travi costante pari a 5.50 m.

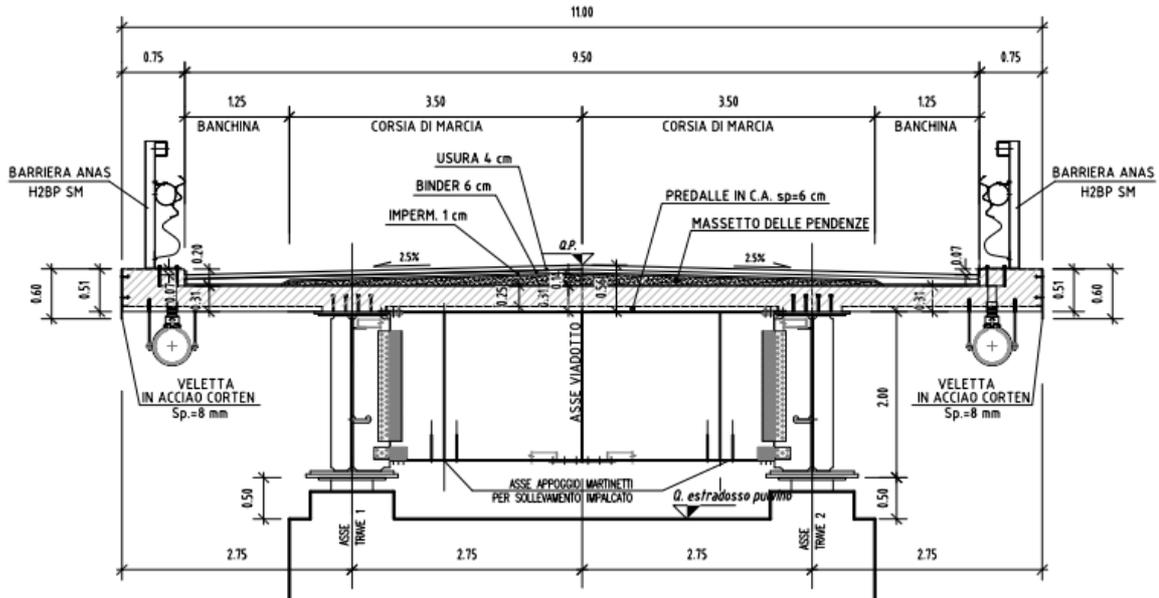
La larghezza complessiva dell'impalcato è di 11.00 m, di cui 9.50 costituiscono la piattaforma stradale ed i restanti gli elementi marginali di larghezza pari a 0.75 m in destra e 0.75 m in sinistra.

Completano l'impalcato le finiture, la pavimentazione di spessore di 11 cm, le velette metalliche laterali e le barriere di sicurezza.

Di seguito si riportano le sezioni dell'impalcato in asse appoggi e in campata del viadotto 2:

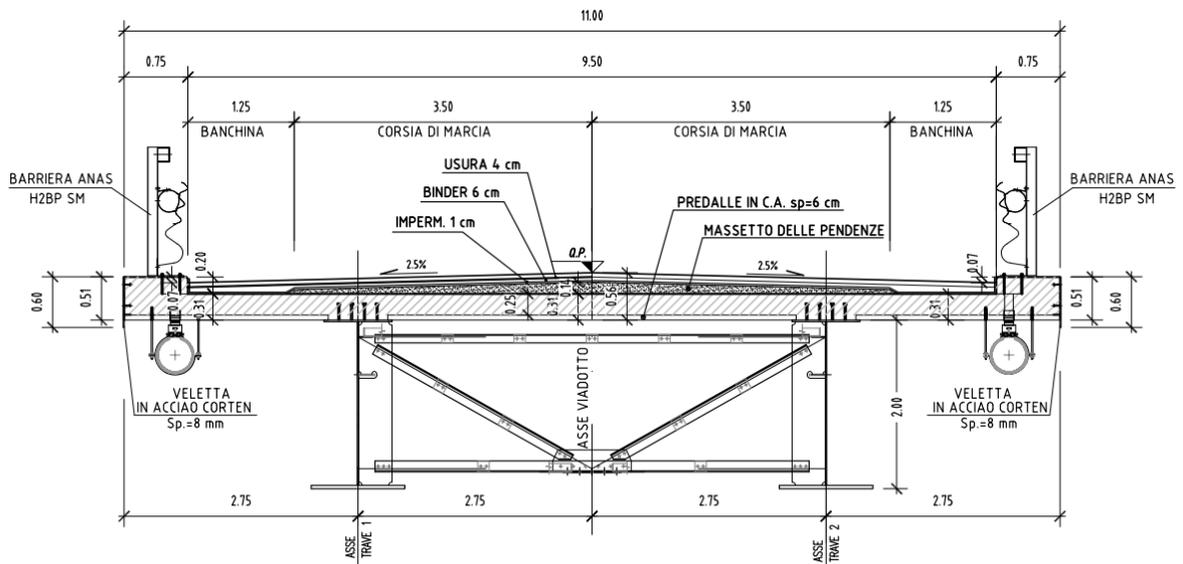
SEZIONE IN ASSE APPOGGI

Scala 1:50



SEZIONE IN CAMPATA

Scala 1:50



11.2 SOTTOSTRUTTURE

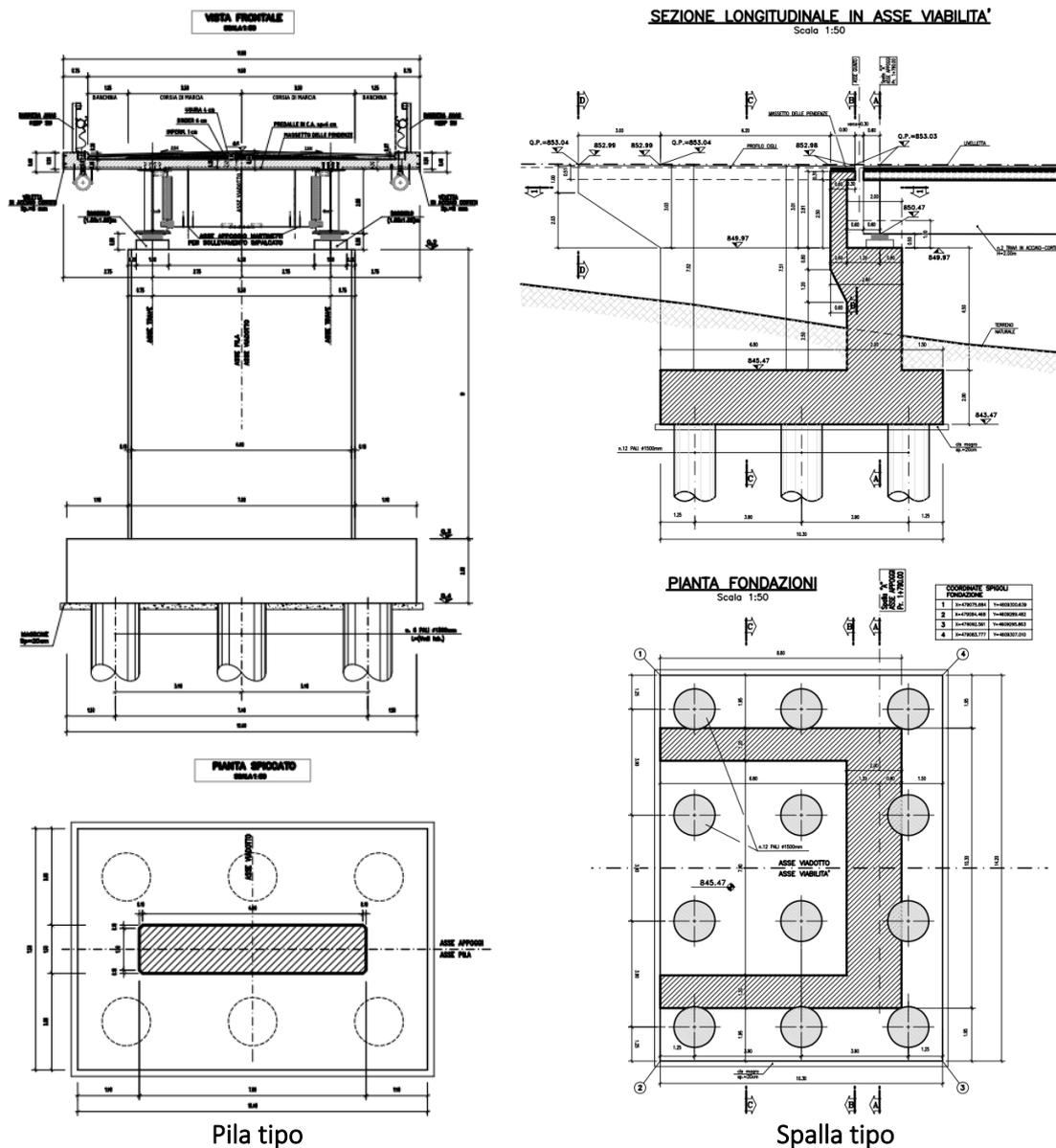
Le sottostrutture del viadotto sono costituite da 3 o 5 pile e due spalle.

Le pile sono a sezione rettangolare di dimensioni tali da garantire un impatto visivo minimo.

I plinti di fondazione sono a sezione rettangolare completamente interrati.

Le sottofondazioni sono costituite da pali $\Phi 1500$.

Lo schema di vincolamento dei viadotti prevede l'utilizzo di dispositivi antisismici elastomerici in corrispondenza di tutti gli appoggi.



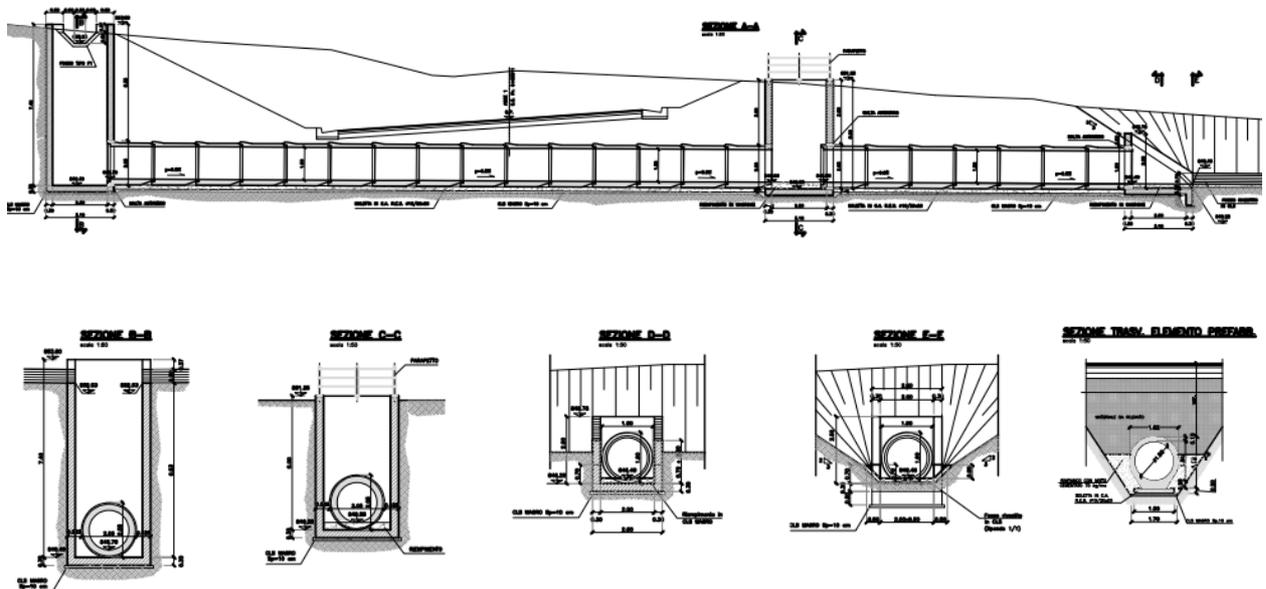
12 OPERE D'ARTE MINORI

Come opere d'arte minori sono previsti opere idrauliche costituite da tombini che consentono ai fossi naturali di sottopassare il rilevato stradale e opere di sostegno a fine lotto:

12.1 OPERE IDRAULICHE

Sono previsti 5 tombini circolari $\Phi 1500$:

- Tombino asse 1 a prog. 0+035.20
- Tombino a prog. 0+405.80
- Tombino a prog. 1+296.00
- Tombino a prog. 1+574.10
- Tombino a prog. 2+188.75

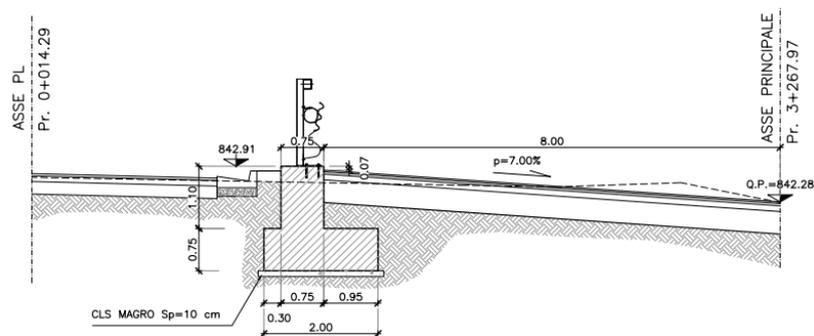
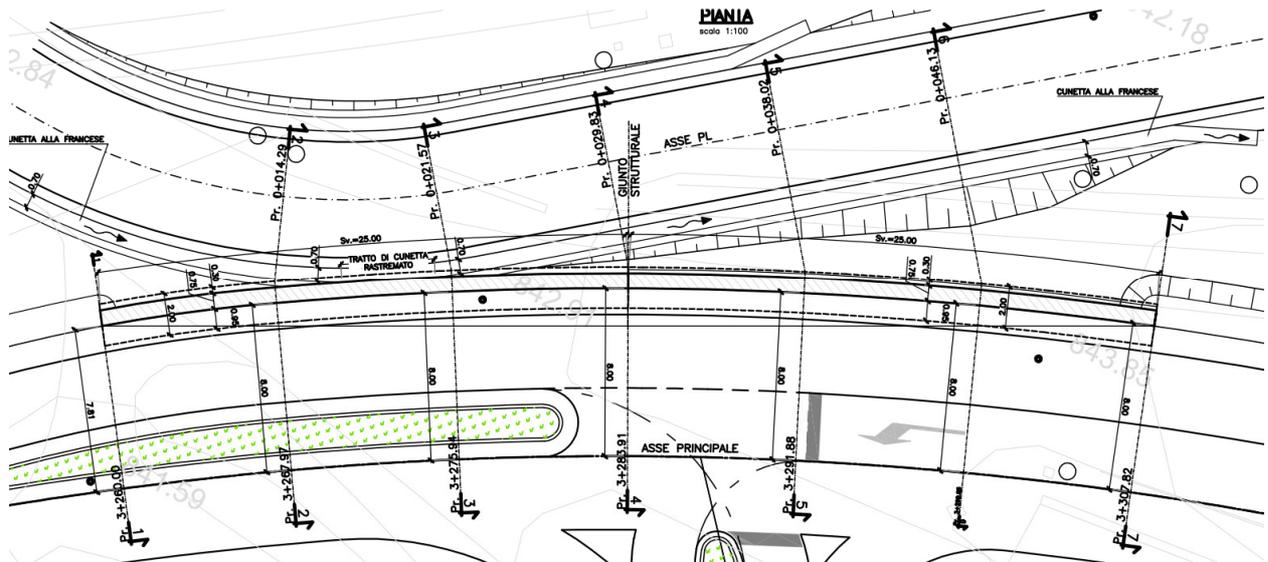


Sezioni longitudinale e trasversali tipo

12.2 OPERE DI SOSTEGNO

Sono previste tre opere di sostegno:

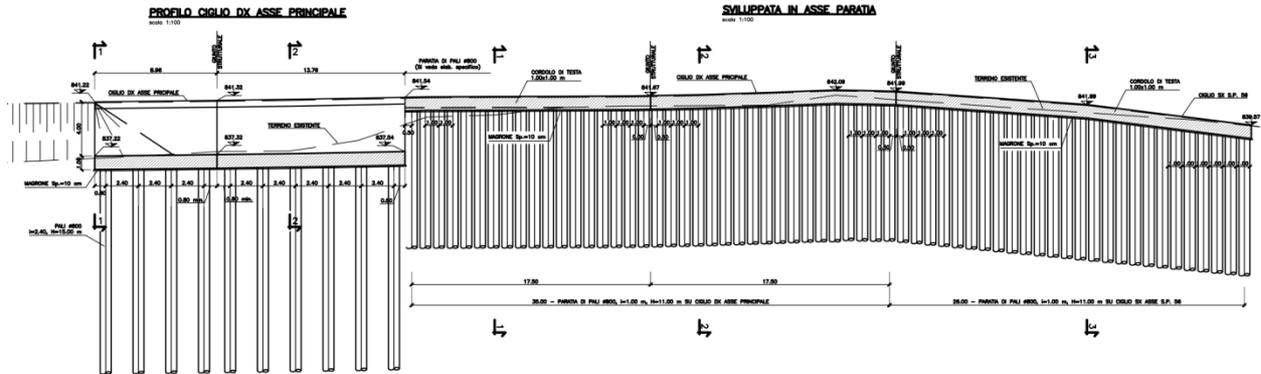
- Muro su fondazione diretta da progr. 3+260 a progr. 3+307.82: sul ciglio sinistro della carreggiata della S.S.87, a separazione tra la carreggiata della S.S.87 e la strada esistente:



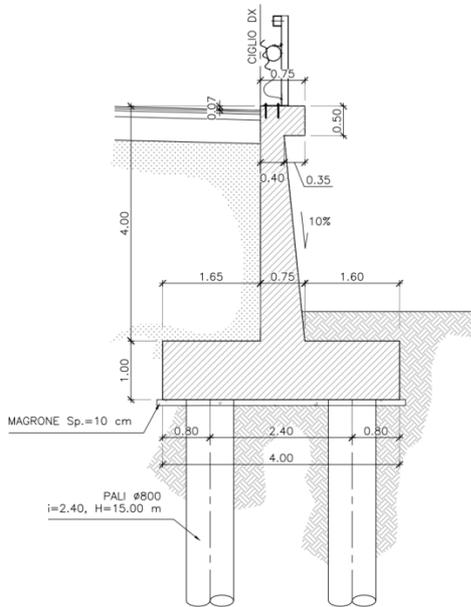
Planimetria e sezioni trasversali del muro su fondazione diretta

RELAZIONE TECNICA PROGETTO STRADALE

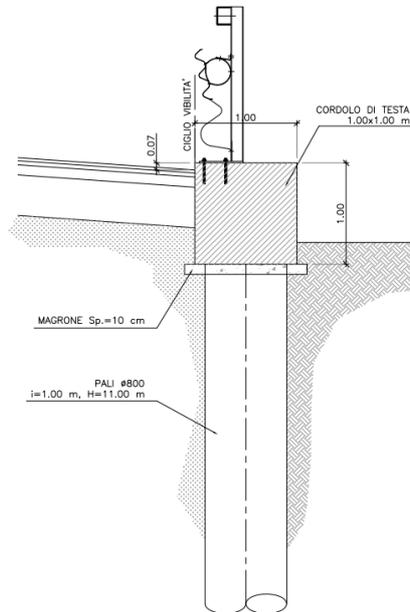
- Opera di sostegno su ciglio destro, a protezione del fabbricato esistente, costituita da un muro su pali $\Phi 800/2.40$ m e da una paratia $\Phi 800/1.00$ m:



SEZIONE TIPO MURO
scala 1:50



SEZIONE TIPO PARATIA
scala 1:25



Profilo e sezioni tipo del muro su pali e della paratia

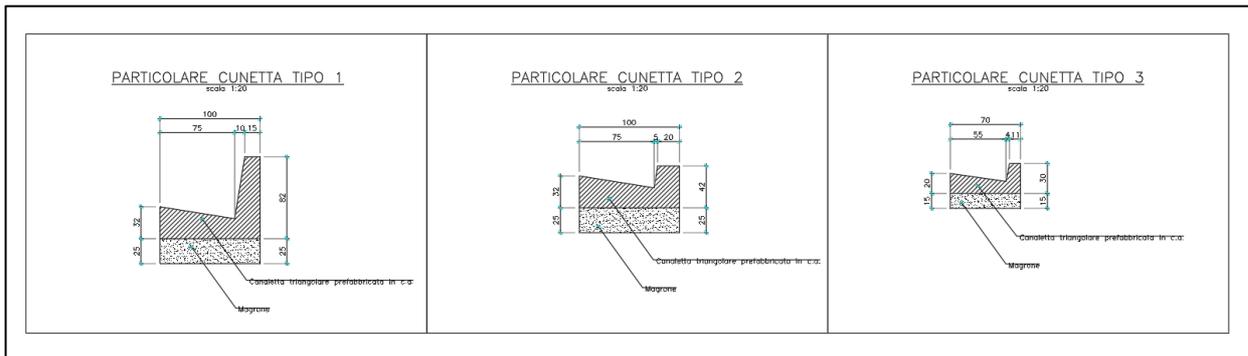
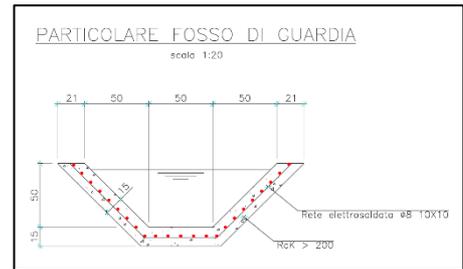
13 IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si sono incontrate nello studio della rete drenante per garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque meteoriche evitando il formarsi di ristagni sulla pavimentazione stradale; questo si è ottenuto assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali rispetto alle carreggiate.

L'elemento di drenaggio inserito sull'infrastruttura è dipeso dal tipo di sezione su cui è stato posto, suddividendo la sezione corrente dell'infrastruttura in base ai propri caratteri costruttivi, in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea;
- sezione in viadotto;

Il sistema di drenaggio previsto è costituito da embrici con passo 15m e fossi di guardia, in cls 50x50 sulle strade principali e 30x30 sulle strade secondarie, per i tratti in rilevato e da cunette alla francese (tipo 1,2,3) intervallate da caditoie, ogni 15 m, con tubo sottostante nei tratti in trincea.



Nei tratti in viadotto il sistema di raccolta e smaltimento acque è costituito da caditoie e tubazioni sub-orizzontali. Tali sistemi consentiranno la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito; quest'ultimo è costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale.

Gli elementi utilizzati per il dimensionamento idraulico dei sistemi di drenaggio sono stati suddivisi in base al tempo di ritorno richiesto dai disciplinari ANAS in:

Funzione	Componente	Tipologia	T _R progetto
Raccolta	elementi idraulici marginali	Embrici e caditoie canalette grigliate cunette triangolari	25 anni
Convogliamento	canalizzazioni	fossi di guardia collettori	50 anni
Recapito	ricettori diretti	corsi d'acqua naturali	50 anni