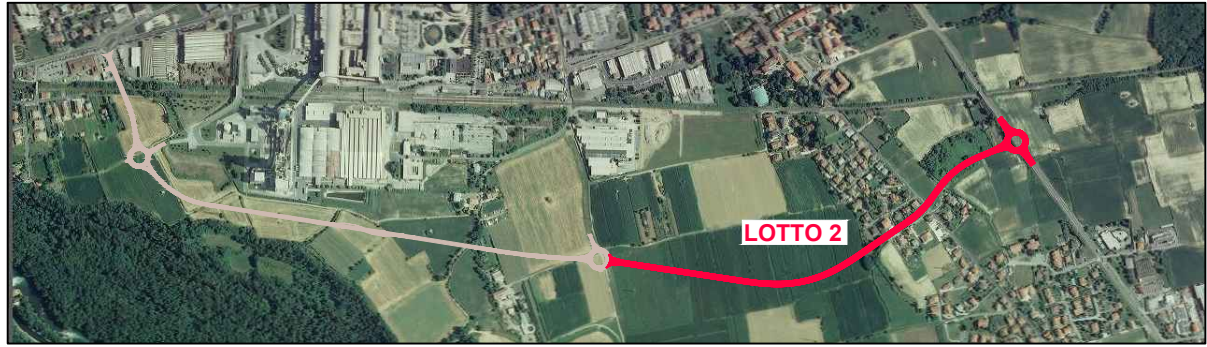


# COMUNE DI CALUSCO D'ADDA

## PROVINCIA DI BERGAMO



### VARIANTE ALLA S.P. 166 TRACCIATO A SUD DELL'ABITATO DI CALUSCO D'ADDA - LOTTO N. 2

PROGETTISTI Dott. Arch. Giosuè Savoldelli  via G. Rosa, 13/F - 24125 Bergamo (BG) - mail: gio.savoldelli@gmail.com		PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO RELAZIONI GENERALE, TECNICHE E SPECIALISTICHE OGGETTO Relazione tecnica stradale	
Dott. Ing. Fatima Midali  via Ing. S. Calvi, 59 - 24014 Piazza Brembana (BG) - fatima.midali@gmail.com		TAVOLA / ALLEGATO <h1 style="text-align: center;">A02</h1>	
RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Dott. Ing. Giuseppe Barbera  Piazza S. Fedele, 1 - 24033 CALUSCO D'ADDA (BG) Tel. 035.4389011 - email: protocollo@pec.comune.caluscodadda.bg.it		ORIENTAMENTO  DATA 15/01/2021	N. DOCUMENTO  SCALA
		AGGIORNAMENTO	
		DESCRIZIONE	DATA
		REVISIONE	
		Aggiornamento per verifica	26/04/2021
		Aggiornamento 2023	24/03/2023
			REV01
			REV02



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>PROGETTO STRADALE</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>STANDARD PROGETTUALI</b>	<b>9</b>
<b>4.1</b>	<b>PIATTAFORMA STRADALE</b>	<b>9</b>
<b>4.2</b>	<b>PAVIMENTAZIONE</b>	<b>12</b>
4.2.1	<i>Rilevato e trincea</i>	12
4.2.2	<i>Galleria artificiale</i>	12
4.2.3	<i>Strade locali</i>	13
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO</b>	<b>14</b>
<b>5.1</b>	<b>ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE PRINCIPALE</b>	<b>14</b>
5.1.1	<i>Rettifili</i>	15
5.1.2	<i>Curve circolari</i>	16
5.1.3	<i>Pendenze trasversali</i>	17
5.1.4	<i>Raccordi planimetrici</i>	19
5.1.5	<i>Allargamento della carreggiata in curva</i>	19
<b>5.2</b>	<b>ANDAMENTO ALTIMETRICO DELL'ASSE PRINCIPALE</b>	<b>21</b>
<b>5.3</b>	<b>DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ</b>	<b>23</b>
<b>5.4</b>	<b>DISTANZE DI VISIBILITÀ</b>	<b>24</b>
5.4.1	<i>Distanza di visibilità per l'arresto</i>	24
5.4.2	<i>Distanza di visibilità per il sorpasso</i>	25
<b>6</b>	<b>INTERCONNESSIONI</b>	<b>26</b>
<b>6.1</b>	<b>ROTATORIA S.P. 170</b>	<b>27</b>
<b>6.2</b>	<b>ANALISI D'INSCRIVIBILITÀ DEI MEZZI</b>	<b>31</b>

---

## **1 PREMESSA**

La presente relazione riguarda la descrizione e verifica del tracciato stradale del progetto esecutivo delle opere di realizzazione della “Variante alla S.P. 166 tracciato a Sud dell’abitato di Calusco d’Adda – Lotto n.2”.

La progettazione esecutiva è stata effettuata in accordo alla precedente fase progettuale di cui costituisce il naturale sviluppo e completamento.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le caratteristiche della nuova variante corrispondono a quelle della categoria C2 "strade extraurbane secondarie" prevista dal D.M. 05/11/2001: "*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*".

La progettazione delle opere della nuova variante è stata sviluppata in modo da soddisfare la normativa nazionale e regionale vigente e in particolare:

- D.M. 05/11/2001: "*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*".
- D.M. 19/4/2006 "*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali*".
- D.g.r. 27 settembre 2006 – n. 8/3219 "*Elementi tecnici puntuali inerenti ai criteri per la determinazione delle caratteristiche funzionali e geometriche per la costruzione dei nuovi tronchi viari e per l'ammodernamento e il potenziamento dei tronchi viari esistenti ex art. 4, r.r. 24 aprile 2006, n.7*"

Sono state inoltre rispettate le previsioni urbanistiche del comune di Calusco, le previsioni dello strumento di pianificazione paesaggistico territoriale della Provincia di Bergamo nonché le disposizioni legislative in materia di impatto ambientale, come dettagliatamente illustrato nella relazione generale (A01).

La nuova strada è prevista nel PTCP provinciale, che la inserisce nella rete secondaria di previsione come strada di categoria C (vedasi tav. B02).

La nuova strada è prevista nel PGT del Comune di Calusco d'Adda come strada extraurbana in quanto posta all'esterno del centro abitato.

Compatibilmente con la normativa vigente, i parametri progettuali sono stati impostati in maniera tale da conseguire un'opera il più possibile omogenea con le altre opere stradali di competenza della Provincia di Bergamo, per assicurare all'utenza una rete viaria uniforme e garantire la realizzazione di una struttura stradale con lo stesso livello di affidabilità.

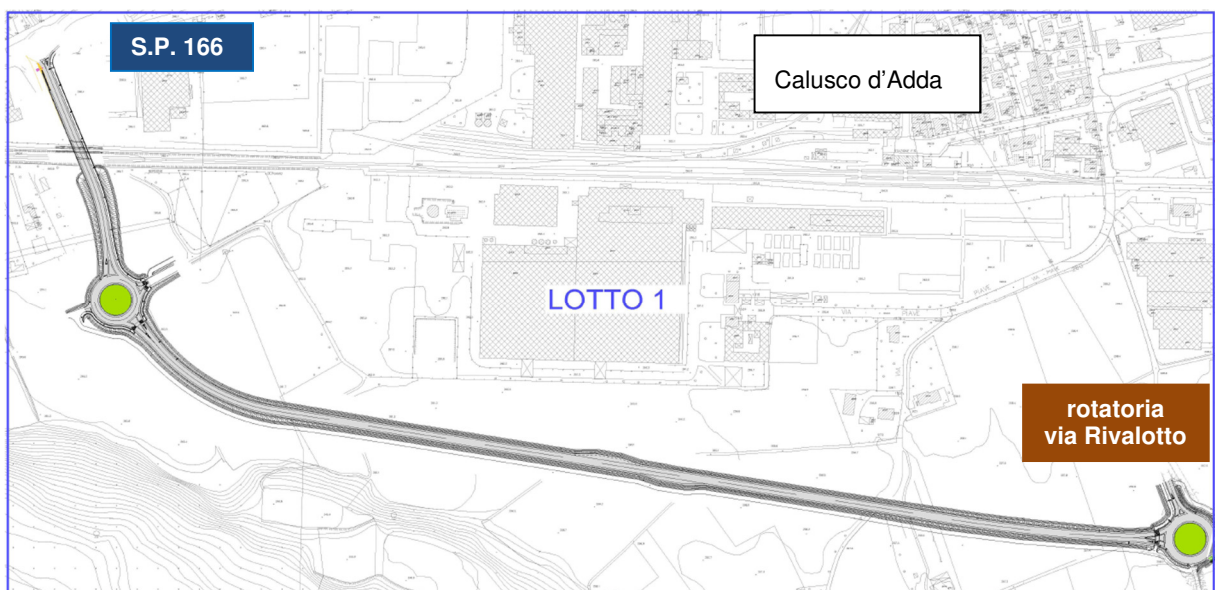


### 3 PROGETTO STRADALE

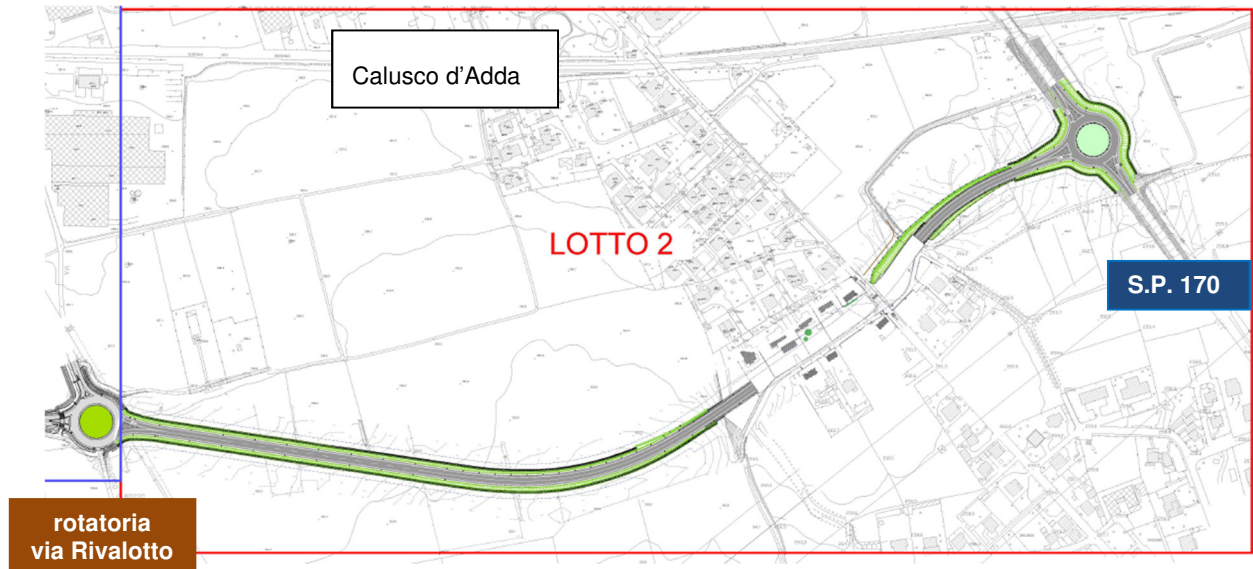
Il tracciato del progetto deriva con lievi modifiche da quello del Progetto Definitivo di cui la presente progettazione ne costituisce lo sviluppo esecutivo.

Il tracciato individuato si configura come variante all'itinerario della S.P. 166 in attraversamento dell'abitato di Calusco d'Adda, pertanto è finalizzato alla sottrazione della quota di traffico che interessa il centro urbano e svolge la duplice funzione di collegamento locale e di collegamento ad itinerari di media e lunga distanza oltre a costituire l'accesso alle aree artigianali ed industriali dove sono insediate le società Italcementi S.p.A. e Com. Steel S.p.A.

La realizzazione della variante è prevista in due lotti dei quali il primo dalla SP 166 alla rotonda di via Rivalotto è stato completato ed è stato aperto al traffico nell'anno 2020.



Il secondo Lotto oggetto della presente progettazione completa il collegamento dalla rotatoria di via Rivalotto alla SP 170.



Il Lotto 2 ha un andamento est - ovest di m 1.035 di lunghezza fra il centro delle due rotatorie di inizio e fine.

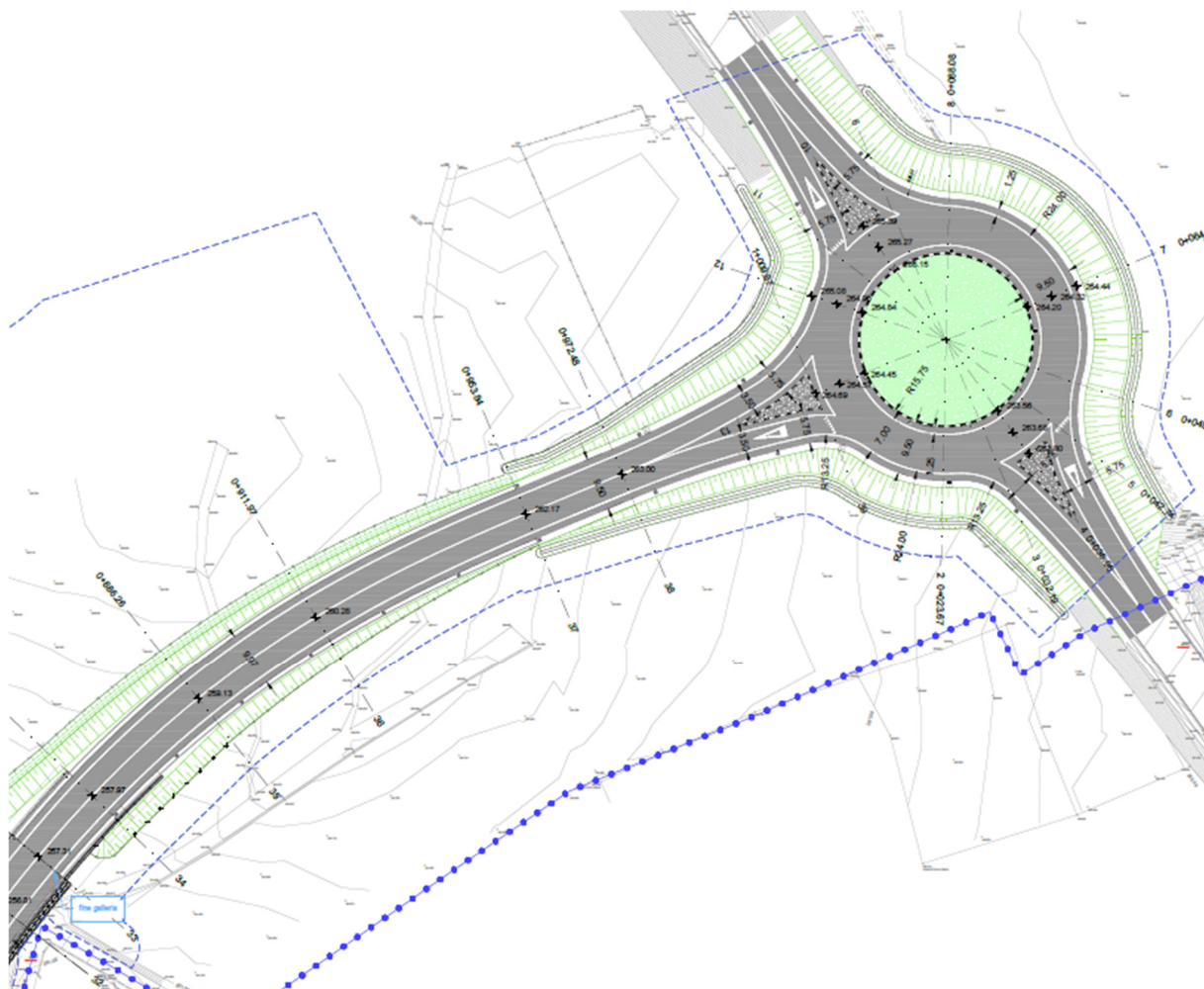
Gli elementi oggetto della progettazione esecutiva sono i seguenti.

- Bracci in uscita dalla rotatoria di via Rivalotto
- Tratto di collegamento fra la rotatoria di via Rivalotto e la galleria artificiale
- Galleria artificiale
- Tratto di collegamento fra la galleria artificiale e la SP 170;
- Rotatoria sulla S.P. 170;
- Bracci in entrata ed uscita dalla rotatoria sulla SP 170.

Il primo tratto del Lotto 2 è caratterizzato dai bracci in uscita ed entrata dalla rotatoria sul via Rivalotto e dal tratto di nuova strada di 640 m fino alla galleria artificiale, con andamento ovest-est, allineato al margine della zona sud produttiva/artigianale del comune di Calusco.



Il terzo tratto è caratterizzato da una nuova strada di m 165, in trincea in uscita dalla galleria artificiale ed in rilevato approssimandosi alla rotatoria sulla SP 170.



La rotatoria sulla SP 170 composta da n.3 bracci, realizza l'intersezione tra la nuova Variante e la strada provinciale "Rivierasca".

## 4 STANDARD PROGETTUALI

### 4.1 PIATTAFORMA STRADALE

Per quanto riguarda gli aspetti geometrici, la progettazione è stata eseguita facendo riferimento alle “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” contenute nel D.M. 05.11.2001 pubblicato sulla G.U. del 04.01.2002.

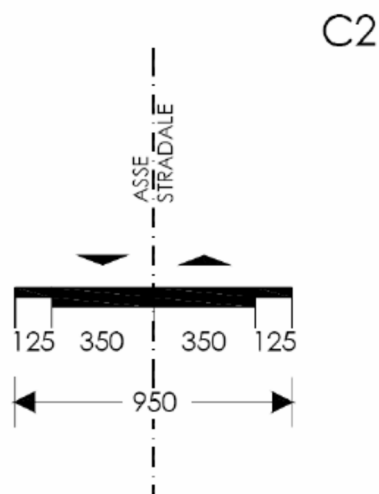
La scelta della sezione tipo C2 (extraurbana secondaria) soddisfa la domanda di traffico sulla tratta e in base alla Deliberazione Giunta Regionale del 27/9/2006 n. 8/3219, tale sezione tipo è equiparabile a strade di interesse regionale di secondo livello (R2).

Tale scelta è supportata inoltre dal fatto che, in base alla classificazione regionale, la SP 170 è classificata quale strada di interesse regionale di secondo livello (R2).

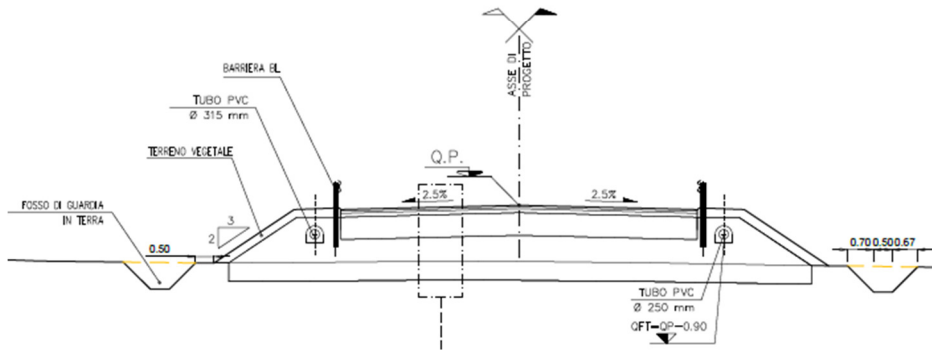
Lo studio del traffico è inserito nel capitolo 2 dello studio preliminare ambientale di cui alla documentazione tecnica allagata alla richiesta di PAUR.

In base alle indicazioni progettuali contenute nella normativa, la sezione di una strada di categoria “C2” è caratterizzata da una singola carreggiata con larghezza complessiva di 9.50 m così composta:

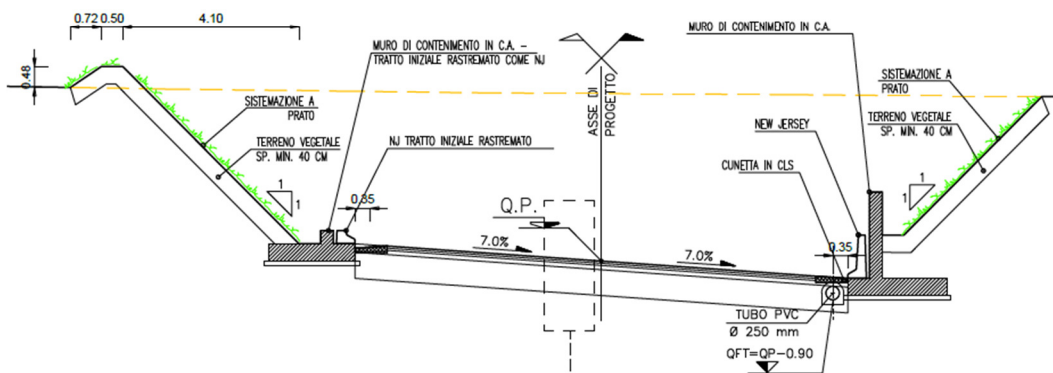
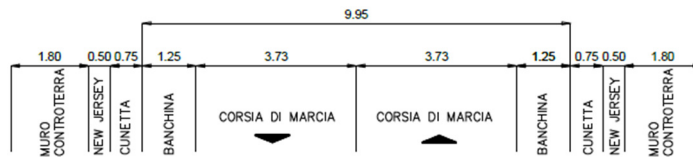
- 1 corsia per ogni senso di marcia con larghezza modulare di 3.50 m;
- banchine laterali da 1.25 m.



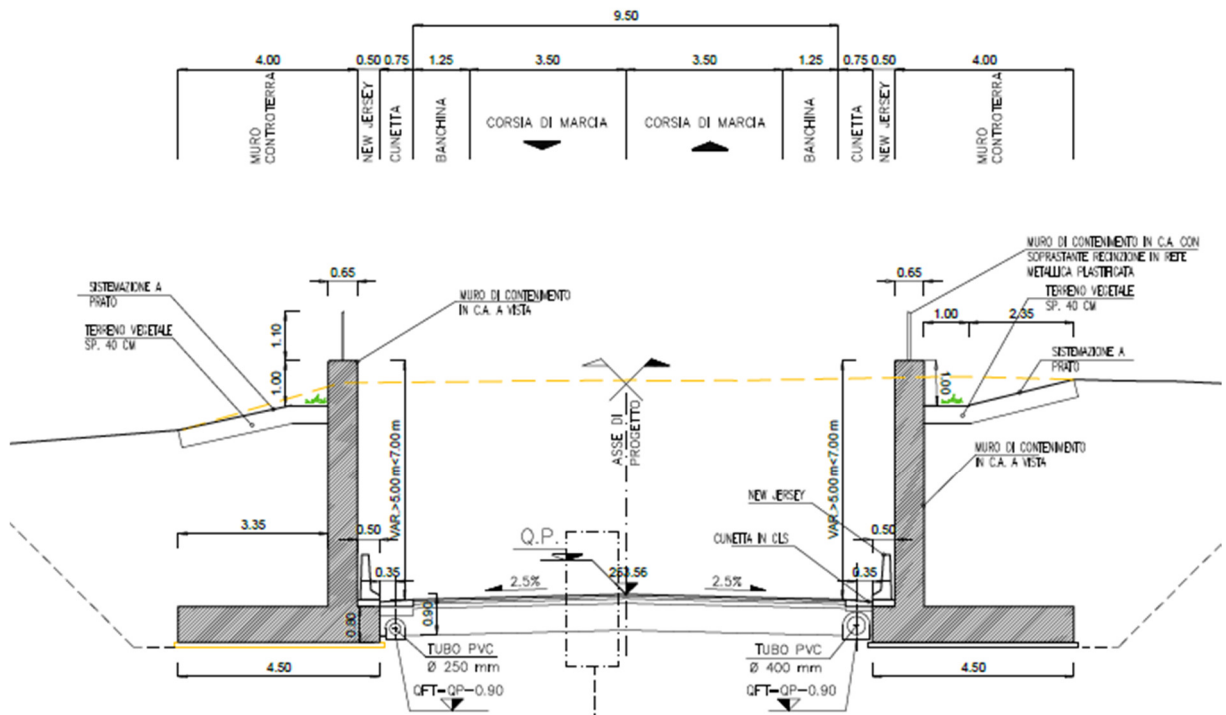
(D.M. 5.11.2001 - *Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.*)



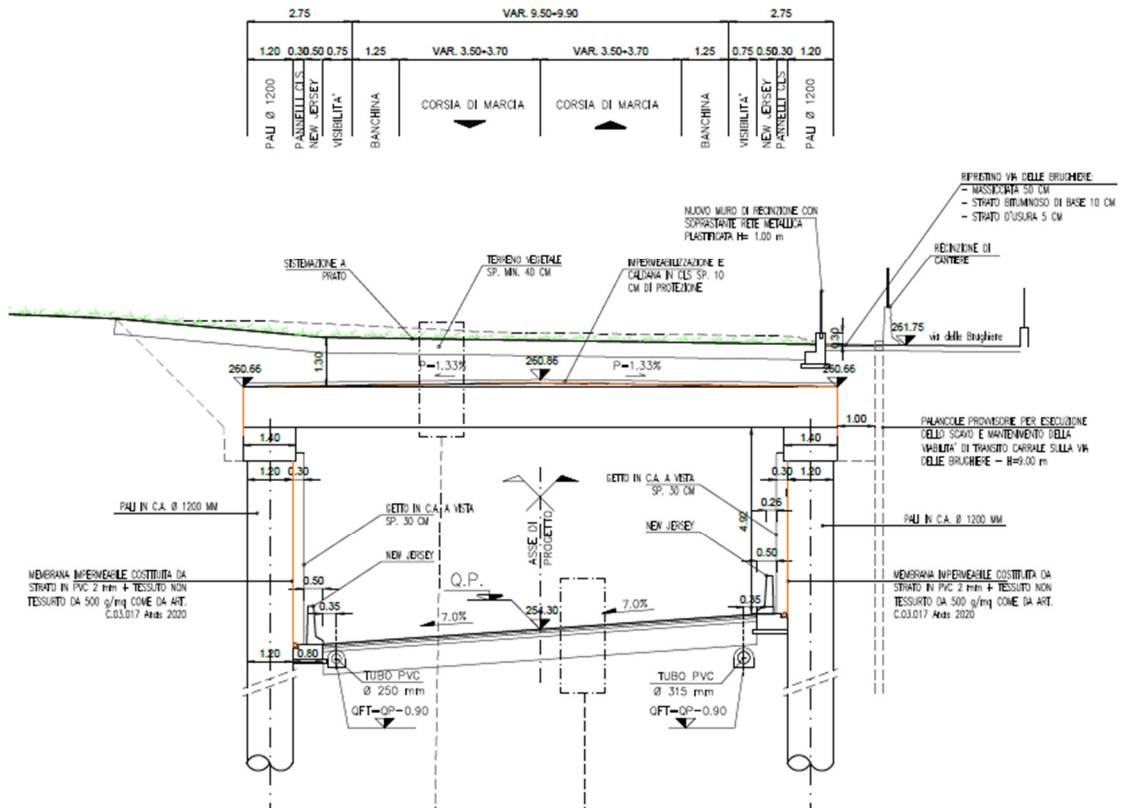
Sezione stradale tipo in rilevato



Sezione stradale tipo in trincea con allargamento



Sezione stradale tipo in trincea con muri di contropipa



Sezione stradale tipo in galleria

Completano la sezione stradale gli elementi marginali e di arredo costituiti da cunette per lo smaltimento delle acque di piattaforma, cordoli, arginelli, barriere di sicurezza, reti di protezione, parapetti e fossi.

I parametri di progettazione previsti dalla normativa contenuta nel D.M. del 05.11.2001 indicano per infrastrutture di "categoria C2":

- intervallo delle velocità di progetto pari a 60 - 100 Km/h;
- limite di velocità 90 km/h;
- numero delle corsie per senso di marcia n. 1
- pendenze longitudinali e trasversali massime del 7%;
- raggi planimetrici minimi pari a 118 m.

#### **4.2 PAVIMENTAZIONE**

In funzione delle diverse tipologie di progetto sono stati definiti i seguenti spessori e tipologie costruttive delle pavimentazioni rappresentate graficamente nella tavola C10.4.

##### *4.2.1 Rilevato e trincea*

La pavimentazione ha uno spessore globale pari a 80 cm ed è così composta:

- |  |           |
|--|-----------|
| - Fondazione in misto con m.p.s. certificate | sp. 45 cm |
| - Fondazione in misto granulare stabilizzato | sp. 15 cm |
| - Strato di base in tout venant bituminoso   | sp. 10 cm |
| - Binder di collegamento                     | sp. 5 cm  |
| - Usura con bitume modificato                | sp. 5 cm  |

##### *4.2.2 Galleria artificiale*

La pavimentazione ha uno spessore globale pari a 80 cm ed è così composta:

- |  |           |
|--|-----------|
| - Fondazione in misto con m.p.s. certificate | sp. 45 cm |
|--|-----------|

- Fondazione in misto granulare stabilizzato sp. 15 cm
- Strato di base in tout venant bituminoso sp. 10 cm
- Binder di collegamento sp. 5 cm
- Usura con bitume modificato sp. 5 cm

#### 4.2.3 *Strade locali*

La pavimentazione ha uno spessore globale pari a 65 cm ed è così composta:

- Fondazione in misto con m.p.s. certificate sp. 35 cm
- Fondazione in misto granulare stabilizzato sp. 15 cm
- Strato di base in tout venant bituminoso sp. 10 cm
- Usura con bitume modificato sp. 5 cm

#### 4.2.4 *Strade campestri*

La pavimentazione ha uno spessore globale pari a 65 cm ed è così composta:

- Fondazione in misto con m.p.s. certificate sp. 50 cm
- Fondazione in misto granulare stabilizzato sp. 15 cm

## 5 CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO

### 5.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE PRINCIPALE

Il tracciato planimetrico dell'asse di progetto è costituito da una successione di rettifili, curve circolari e curve di raccordo a raggio variabile.

Gli elementi planimetrici sono i seguenti:

Tipo	Prog.I. m	Prog.F. m	Svil. m	Raggio m	Parametro n	Verso	P dx %	P sx %	Vel. Km/h	Verifica
Rotatoria Rivalotto	0,00	62,71	62,71						30	SI
Rettifilo	62,71	309,64	246,93				-2.50	-2.50	30-70	SI
Clotoide	309,64	413,55	103,91	0,00- 270,00	167,50	sx			70	SI
Arco	413,55	512,45	98,90	270,00		sx	7,00	-7,00	70	SI
Clotoide	512,45	616,36	103,91	270,00- 0,00	167,50	sx			70	SI
Rettifilo	616,36	729,27	112,91				-2.50	-2.50	70	SI
Clotoide	729,27	741,29	12,02	0,00- 195,00	102,52	sx			70	SI
Arco	741,29	792,10	50,81	195,00		sx	7,00	-7,00	70	SI
Clotoide	792,10	804,12	12,02	195,00- 0,00	102,52	sx			70	SI
Rettifilo	804,12	818,68	14,57				-2.50	-2.50	70	SI
Clotoide	818,68	860,55	41,87	0,00- 190,00	114,00	dx			70	SI
Arco	860,55	911,97	51,42	190,00		dx	-7,00	7,00	70	SI
Clotoide	911,97	953,84	41,87	190,00- 0,00	114,00	dx			70-50	SI
Rettifilo	953,84	972,48	18,64				-2.50	-2.50	50-30	SI
Rotatoria SP 170	972,48	1035,12	62,64						30	SI

Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.

Come si evince dalla verifica planimetrica, tutti gli elementi risultano pienamente verificati secondo la normativa vigente, pur essendo la presente progettazione rivolta alle opere di completamento di un asse viario già in parte realizzato, oltre alla presenza di molteplici vincoli plano-altimetrici dettati dalla particolare orografia del territorio, che non consentono variazioni o ottimizzazioni al tracciamento dell'asse principale.

### 5.1.1 Rettifici

Per evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia del tracciato e la difficile valutazione delle distanze è opportuno che i rettifici abbiano lunghezza inferiore ai limiti prescritti dal DM 5/11/2001, come mostrato nella formula ((5.1) :

$$L_r = 22 \times V_{pmax} = 22 \times 100 = 2200m \quad (5.1)$$

Dove  $V_{pmax}$  rappresenta il limite superiore della velocità di progetto, espresso in km/h. Tale limite risulta verificato, in quanto i rettifici del tratto oggetto di intervento hanno tutti lunghezza inferiore.

Un rettifilo per poter essere percepito correttamente dall'utente deve aver una lunghezza non inferiore ai valori riportati nella seguente tabella (*Tabella 5.1- Lunghezza minima tratti in rettifilo*), ove per velocità si intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

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

Tabella 5.1- Lunghezza minima tratti in rettifilo

Anche tale disposizione prevista dalla normativa risulta rispettata.

### 5.1.2 Curve circolari

Dallo studio dell'equilibrio di un veicolo transitante su una curva circolare è possibile stabilire il legame tra la velocità di progetto  $V_p$ , la pendenza trasversale in curva  $q$  e la quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente  $f_t$ . Si ottiene pertanto la formula (5.2):

$$R = \frac{(V_p)^2}{127 \cdot (q + f_t)} \quad (5.2)$$

Dove

- $V_p$  è la velocità di progetto espressa in km/h;
- $q_{\max}$  è la pendenza trasversale in curva;
- $f_t$  è il coefficiente di aderenza trasversale in curva.

Il raggio minimo, in funzione della tipologia di strada, si può ricavare dalla formula (5.2) prendendo a riferimento il limite inferiore della velocità di progetto, la pendenza trasversale massima  $q_{\max}$  e il massimo coefficiente di aderenza trasversale  $f_{t,\max}$ . Si ricava così l'equazione (5.3)

$$R_{\min} = \frac{(V_{p,\min})^2}{127 \cdot (q_{\max} + f_{t,\max})} \quad (5.3)$$

Per quanto riguarda la quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile trasversalmente  $f_{t,\max}$  valgono i valori riportati in *Tabella 5.2- Massimo coefficiente di aderenza trasversale*. Tali valori tengono conto, per ragioni di sicurezza, che una quota parte dell'aderenza possa essere impegnata anche longitudinalmente in curva.

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

Tabella 5.2- Massimo coefficiente di aderenza trasversale

I valori dei raggi minimi in funzione del tipo di strada sono riportati in *Tabella 5.3- Raggi minimi in funzione della tipologia di strada.*

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

Tabella 5.3- Raggi minimi in funzione della tipologia di strada

I raggi di curvatura sono tutti superiori a quelli indicati nella tabella di cui al paragrafo 5.2.4 del DM 5/11/2001 e risultano pienamente verificati secondo la normativa vigente.

### 5.1.3 Pendenze trasversali

Sui tratti in rettilineo la carreggiata presenta una doppia pendenza verso l'esterno pari al 2,5%. Tale valore garantisce l'allontanamento delle acque superficiali.

In curva la pendenza è inclinata verso l'interno e varia tra il 2,5% e il 7%, secondo quanto indicato nella *Tabella 5.4- Pendenza trasversale in curva.*

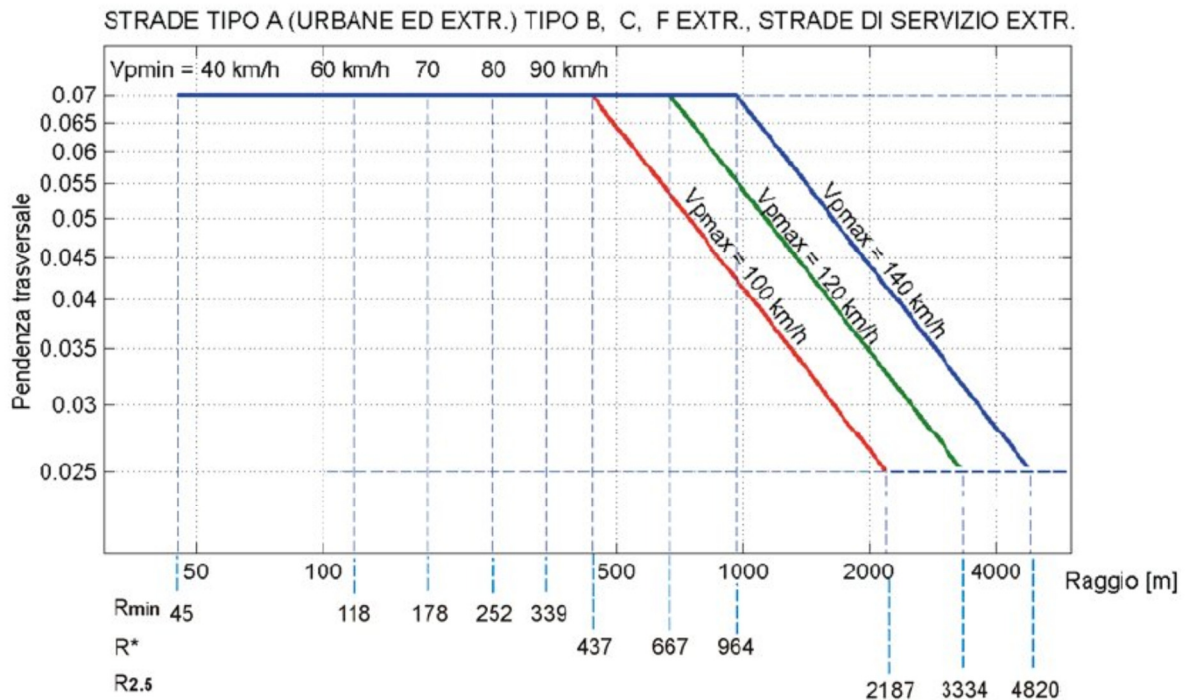


Tabella 5.4- Pendenza trasversale in curva

### Verifica dei valori massimi della pendenza $\Delta i$ longitudinale

Valore della sovra pendenza longitudinale  $\Delta i$  massimo:

$$\Delta i_{max} = 18 \times B_i / V = 18 \times 4.75 / 70 = 1.22\%$$

Valore sovra pendenza longitudinale di progetto:

$$\text{Curva 1} = 0.33 / 103.91 = 0.32\% \text{ verificato}$$

$$\text{Curva 2} = 0.35 / 29.00 = 1.21\% \text{ verificato}$$

$$\text{Curva 3} = 0.35 / 41.87 = 0.79\% \text{ verificato}$$

### Verifica dei valori minimi della pendenza $\Delta i$ longitudinale

Valore della sovra pendenza longitudinale  $\Delta i$  minimo:

$$\Delta i_{min} = 0.1 \times B = 0.1 \times 4.75 = 0.475\%$$

Valore sovra pendenza longitudinale di progetto:

$$\text{Curva 1} = 0.33 / 103.91 = 0.32\% \text{ non verificato}$$

$$\text{Curva 2} = 0.35 / 29.00 = 1.21\% \text{ verificato}$$

$$\text{Curva 3} = 0.35 / 41.87 = 0.79\% \text{ verificato}$$

Relativamente alla curva 1 essendo la pendenza  $\Delta i$  inferiore al  $\Delta i_{\min}$  si è spezzato in due parti il profilo longitudinale dell'estremità della carreggiata, realizzando un primo tratto con pendenza maggiore o uguale a  $\Delta i_{\min}$  fino a quando la pendenza trasversale della via ha raggiunto il 2,5%.

#### 5.1.4 *Raccordi planimetrici*

Curve circolari e rettili devono essere raccordati mediante curve di transizione a raggio variabile; la curva a raggio variabile da impiegarsi è la clotoide, che è una particolare curva della famiglia delle spirali generalizzate definite dall'equazione (5.4):

$$r \times s^n = A^{(n+1)} \quad (5.4)$$

Dove:

- $r$  = raggio di curvatura nel punto P generico;
- $s$  = ascissa curvilinea nel punto P generico
- $A$  = parametro di scala
- $n$  = parametro di forma; regola la variazione della curvatura  $1/r$

Queste curve sono progettate in modo da garantire:

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

Il graduale passaggio della pendenza trasversale tra la situazione a doppia pendenza e quella a unica pendenza verso l'interno della curva verrà realizzato lungo le curve a raggio variabile, facendo ruotare la carreggiata stradale intorno al suo asse.

Le banchine e le piazzole di sosta presentano pendenza uguale e concorde a quella della carreggiata.

#### 5.1.5 *Allargamento della carreggiata in curva*

Come prescritto dal DM 5/11/2001 ove necessario sono stati introdotti gli allargamenti in curva.

Infatti, 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 (5.5):

$$E = \frac{K}{R} \quad [\text{m}] \quad (5.5)$$

dove:

$$K = 45$$

R = raggio esterno (in m) della corsia;

per  $R > 40$  m si può assumere, nel caso di strade ad unica carreggiata a due corsie, il valore del raggio uguale a quello dell'asse della carreggiata.

Se l'allargamento E, così calcolato, è inferiore a 20 cm. la corsia conserva la larghezza del rettilo.

L'allargamento complessivo della carreggiata o semicarreggiata sarà pari alla somma degli allargamenti delle singole corsie nel caso in cui esse siano in numero di una o al massimo due per senso di marcia.

Nel caso di raccordo clotoidico (rettilo/curva), l'allargamento parte 7,50 m prima dell'inizio della curva di raccordo e termina 7,50 m dopo il punto finale del raccordo.

La lunghezza complessiva Lz del tratto di strada lungo il quale si effettua l'allargamento è quindi quello mostrato in Figura 5.1- Allargamento della carreggiata in curva in caso di raccordo clotoidico.

$$L_c = 2 \times 7,50 + L \quad [\text{m}]$$

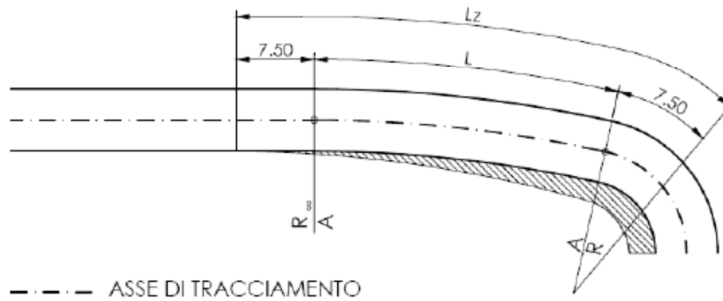


Figura 5.1- Allargamento della carreggiata in curva in caso di raccordo clotoidico

Nel caso in esame i valori degli allargamenti relativi alle varie curve sono di seguito riportati: (Tabella 5.5- Allargamenti in curva)

N° curva	Raggio	Allargamento corsia	Allargamento totale
1	270,00	0	0
2	195,00	0,23	0,46
3	190,00	0,23	0,46

Tabella 5.5- Allargamenti in curva

## 5.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO DELL'ASSE PRINCIPALE

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

Le pendenze massime adottabili per i diversi tipi di strada sono indicate nella *Tabella 5.6- Pendenze longitudinali massime in funzione della tipologia di strada.*

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

Tabella 5.6- Pendenze longitudinali massime in funzione della tipologia di strada

L'andamento altimetrico dell'asse principale è riportato nella tavola del profilo longitudinale.

L'andamento altimetrico dell'asse è il seguente:

Vertici	Progr.	Quota	Lunghezza	I (%)	Dislivello
1	25.25	257.981	0.000	0.000	0.000
2	637.897	253.400	612.647	-0.748	-4.581
3	787.897	254.700	150.00	0.867	1.300
4	1009.869	264.686	221.972	4.499	9.986

La pendenza massima delle livellette è pari a 4,5 % e rispetta la normativa (valore limite 7%).

Vertici	Tipo	Tipo	Progr.	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Vp (km/h)	Raggio Min.	Verificato
1			25.25	0.00	0.000	0.000	30		
2	Concavo	Parabolico	637.897	1000,00	1.61447	16.145	70	40,00	SI
3	Concavo	Parabolico	787.897	2400,00	3.63193	87.166	70	1752,89	SI
4			1009.869	0,00	0.00	0.000	30		

### **5.3 DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ**

Il diagramma delle velocità rappresentato nella tavola del profilo longitudinale è la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale.

Si costruisce, sulla base delle caratteristiche del tracciato planimetrico e delle limitazioni di velocità imposte.

Il modello di variazione della velocità lungo il tracciato, si basa sulle seguenti ipotesi:

- In rettilineo, sugli archi di cerchio con raggio non inferiore a  $R_{2,5}$  e nelle clotoidi la velocità di progetto tende al limite superiore dell'intervallo; gli spazi di accelerazione conseguenti all'uscita da una curva circolare, e quelli di decelerazione per l'ingresso a detta curva, ricadono soltanto negli elementi considerati (rettilineo, curve ampie con  $R > R_{2,5}$  e clotoidi). Nel nostro caso viene imposto per ragioni di sicurezza stradale in considerazione delle intersezioni a rotatoria ravvicinate presenti, alle curve ed alla presenza di una galleria artificiale, un limite di 70 Km/h;
- la velocità è costante lungo tutto lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a  $R_{2,5}$ ;
- I valori dell'accelerazione e della decelerazione restano determinati sempre in  $1,0 \text{ m/s}^2$ , eccetto le decelerazioni da effettuare per impostare le intersezioni che, per la loro natura geometrica o per le modalità di regolamentazione delle manovre, vincolano la velocità di percorrenza libera dei veicoli: in questi casi si utilizza il valore di  $1,5 \text{ m/s}^2$ ;
- In corrispondenza delle intersezioni che, per la loro natura geometrica o per le modalità di regolamentazione delle manovre, vincolano la velocità di percorrenza libera dei veicoli, si applica una velocità pari a zero in corrispondenza dei segnali di "fermarsi e dare precedenza" e di 30 Km/h in corrispondenza dei segnali di "rallentare e dare precedenza". Ad ogni modo, in rotatoria si applicano alla zona di intersezione le velocità di percorrenza libera per esse ammissibili in ragione alla configurazione geometrica della strada ed alle traiettorie veicolari che nel nostro caso viene assunta di 30 Km/h;

- L'imposizione di un limite di velocità in una tratta vincola, in quella tratta, il diagramma di velocità al raggiungimento, al massimo, di una velocità limite ( $V_{lim}$ ) pari al limite di velocità + 10 km/h;
- Si assume che le pendenze longitudinali non influenzino la velocità di progetto.

La tabella *Tabella 5.1- Elementi planimetrici dell'asse stradale* riporta le velocità degli elementi planimetrici.

#### **5.4 DISTANZE DI VISIBILITÀ**

In accordo a quanto previsto dalla normativa stradale nazionale vigente sono state studiate le distanze di visuale libera relative all'asse di progetto. Per distanza di visuale libera si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, in fase di progettazione con le seguenti distanze:

- distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto;
- distanza di visibilità per il sorpasso, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra di completo sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto.

Le distanze di visibilità per l'arresto e per il sorpasso sono funzione della velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità.

Le verifiche sono state effettuate considerando la presenza dei dispositivi di ritenuta.

##### **5.4.1 Distanza di visibilità per l'arresto**

La tabella seguente riassume le distanze di visibilità per l'arresto desunte dalla Fig. 5.1.2.c della norma:

Curva	Direzione	Progr.	i %	Vp (km/h)	Distanza Min.	Distanza misurata	Verificato
1	SP 170	25.25	-0.748	70	88.00	129.00	SI
2	SP 170	637.897	0,867	70	87.00	135.00	SI
3	SP 170	787.897	-4,499	70	83.00	83.50	SI
1	Rivalotto	25.25	0,748	70	87.00	88.00	SI
2	Rivalotto	637.897	-0,867	70	88.00	88.00	SI
3	Rivalotto	787.897	-4,499	70	90.00	110.00	SI

I valori relativi alla distanza di visibilità per l'arresto sono stati calcolati con costruzioni geometriche in planimetria in conformità alla norma.

Tale distanza è stata verificata lungo tutto il tracciato.

Il tracciato in oggetto garantisce le distanze di visibilità per l'arresto calcolate come da normativa in funzione della pendenza longitudinale e della velocità di progetto e raggiungono un minimo di m 83.50 per la velocità di 70 km/ nelle curve 3 direzione SP.170.

#### 5.4.2 Distanza di visibilità per il sorpasso

In presenza di veicoli marcianti in senso opposto la distanza di visibilità completa per il sorpasso si valuta con la seguente espressione (5.6):

$$D_s = 20 \cdot v = 5,5 \cdot V \quad (5.6)$$

Dove:

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

La distanza di visibilità per il sorpasso è garantita dal progetto solo nel rettilineo iniziale nel tratto fra le sez. 5 e 12.

Nei tratti di carenza di visibilità per il sorpasso, tale manovra è interdetta con apposita segnaletica.

Ai fini delle verifiche delle visuali libere, la posizione del conducente deve essere sempre considerata al centro della corsia da lui impegnata con l'altezza del suo occhio a m. 1,10 dal piano viabile. Nella valutazione della distanza di visibilità per l'arresto,

l'ostacolo va calcolato a m. 0,10 dal piano viabile e sempre lungo l'asse della corsia del conducente. Nel caso della distanza di visibilità per il sorpasso, l'ostacolo mobile va collocato nella corsia opposta con altezza pari a m. 1,10.

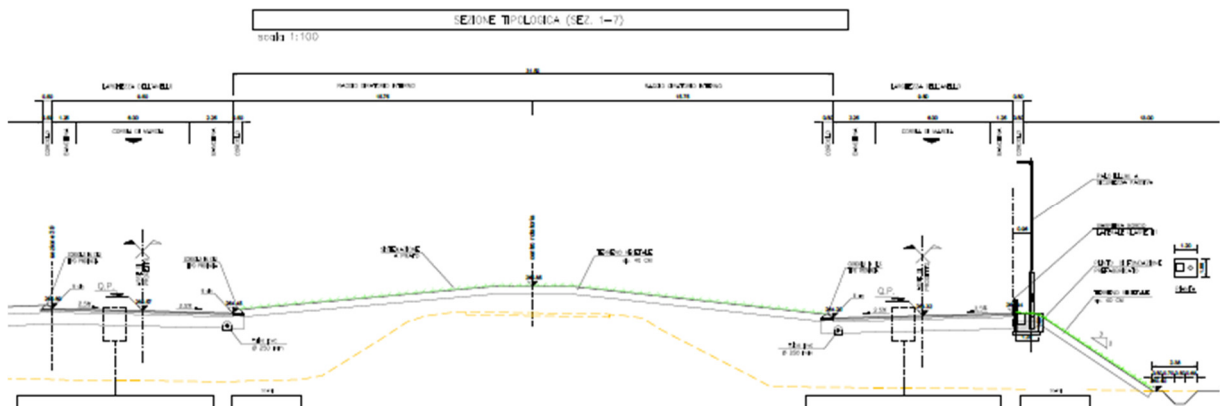
Non sono stati inseriti in quanto non necessari allargamenti della carreggiata per garantire la visibilità minima d'arresto e di sorpasso.

## **6 INTERCONNESSIONI**

Il tracciato prevede la realizzazione di una intersezione a raso di tipo rotatorio convenzionale aventi le caratteristiche geometriche definite da D.M. 19/04/06 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

La nuova intersezione a raso con circolazione rotatoria su strade di tipo C ha le seguenti caratteristiche geometriche sotto riportate:

- Diametro esterno corona rotatoria m 48,00
- Diametro interno corona rotatoria m 36,00
- Lunghezza in asse rotatoria m 131,90
- Pendenza della corona rotatoria verso interno 2.50%  
con sistema di raccolta acque
- Corona rotatoria per ingressi ad una corsia largh. m 6,00
- Banchina interna corona largh. m 2,25
- Banchina esterna corona largh. m 1,25
- Bracci d'ingresso ad una corsia largh. m 3,50
  - o Banchina interna corsia ingresso largh. m 1,25
  - o Banchina esterna corsia ingresso largh. m 1,00
- Raggio interno bracci in ingresso m 26,50
- Bracci d'uscita ad una corsia largh. m 4,50
  - o Banchina interna corsia uscita largh. m 0,75
  - o Banchina esterna corsia uscita largh. m 0,50
- Raggio interno bracci in uscita m 26,00
- Limite di velocità 30 km/h



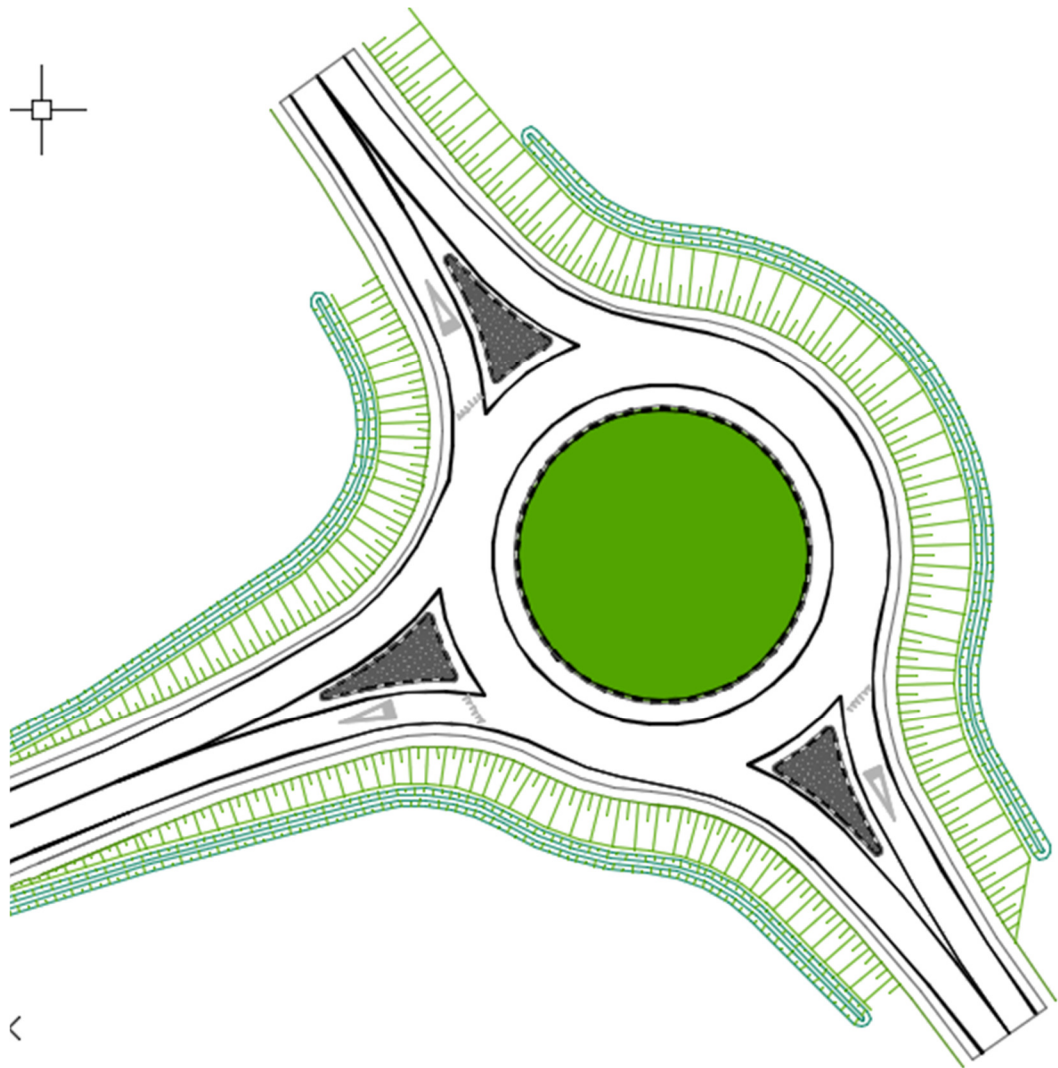
Sezione rotatoria

Si rimanda agli elaborati grafici di progetto per meglio visionare le caratteristiche della rotatoria.

### **6.1 ROTATORIA S.P. 170**

Alla pk. 1035,11, l'introduzione di uno svincolo a rotatoria convenzionale, consente di interconnettere la variante con la strada provinciale 170 "Rivierasca".

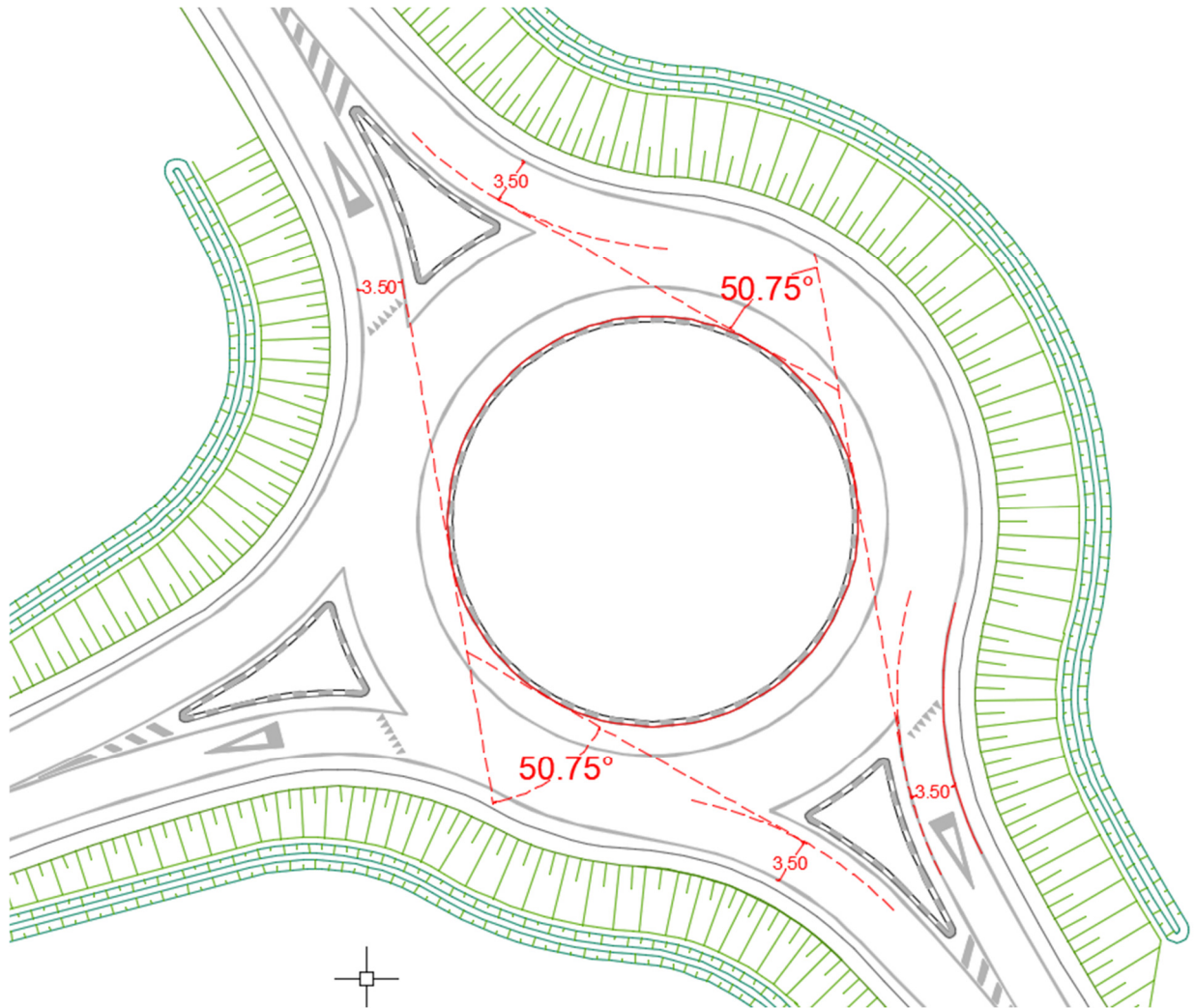
Lo schema planimetrico a tre bracci è riportato nella figura sottostante:



Rotatoria SP 170

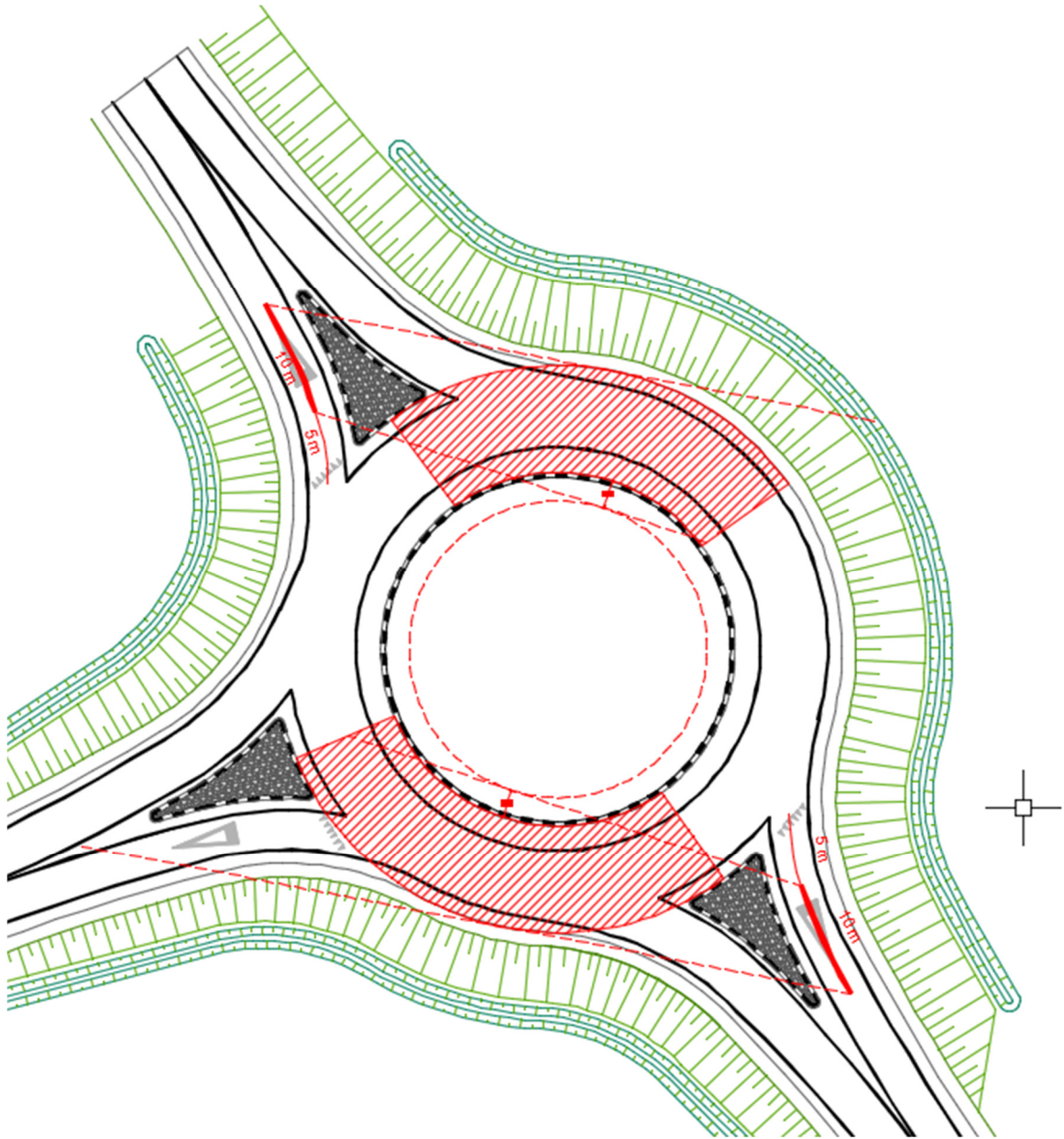
**Verifica della deflessione con verifica degli angoli di deviazione** (punto 4.5.3 D.M.19/04/2006):

Come si può evincere dalla figura sotto riportata gli angoli di deviazione delle varie traiettorie sono pari a  $50,75^\circ$ , superiori al minimo di  $45^\circ$  previsto dalla normativa e pertanto la verifica è positiva.

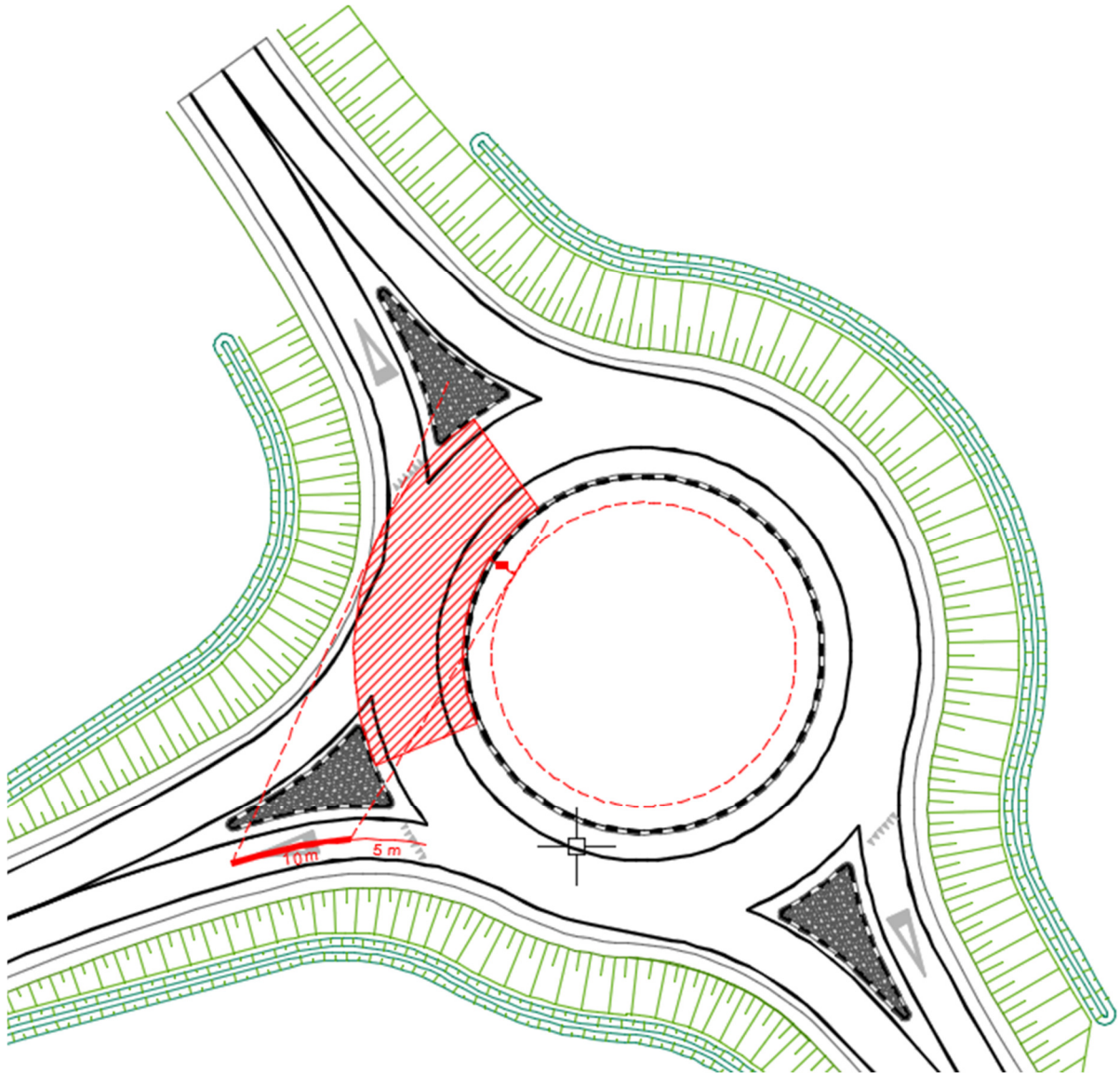


**Verifiche di visibilità** (punto 4.6 D.M. 19/04/2006):

Come si può evincere dalla figura sotto riportata, i conducenti che si approssimano alla rotonda hanno una visione completamente libera sulla sinistra per oltre un quarto dello sviluppo dell'intero anello, in conformità alla normativa.



Visibilità nelle direzioni della S.P. 170



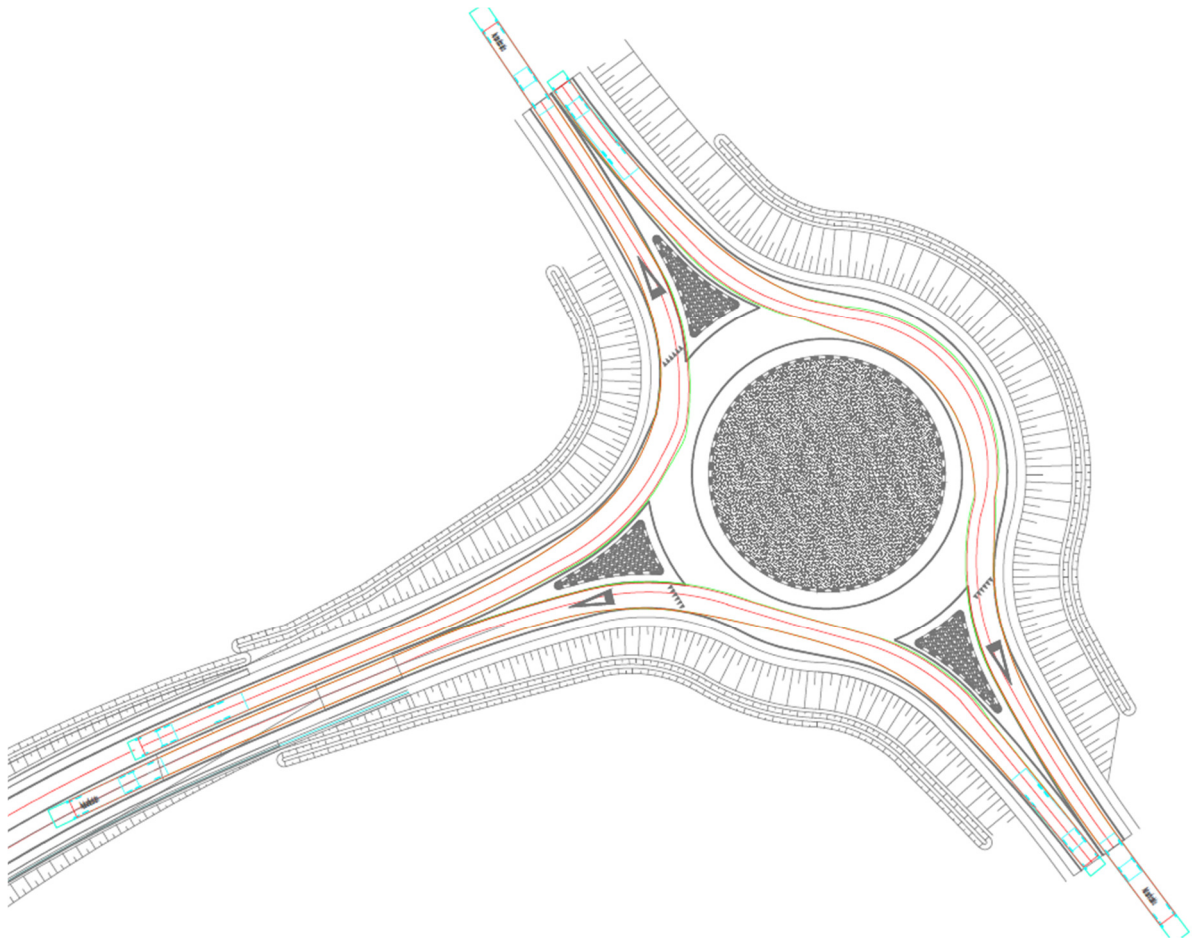
Visibilità in entrata dalla variante

## **6.2 ANALISI D'INSCRIVIBILITA' DEI MEZZI**

Per condurre l'analisi dell'inscrivibilità dei mezzi per lo scenario di progetto, si è utilizzato lo strumento "Vehicle Tracking", estensione di Autocad.

Il mezzo utilizzato per le verifiche è un autoarticolato lunghezza di m 16,50.

Le verifiche sono state condotte su tutte le manovre ammesse, in relazione sono state riportate solo le verifiche delle manovre più delicate.



Come si può evincere dalla figura sopra riportata si nota che tutte le manovre in rotatoria da parte di un articolato possono essere condotte in sicurezza, all'interno della corsia di marcia di competenza, senza invadere ulteriori spazi né con le ruote, né con l'ingombro. Ne risulta che tutti gli elementi sono stati dimensionati correttamente.