



Comune di MEDA (MO)  
Via L. Cadorna

AGGIORNAMENTO DEL PIANO ATTUATIVO FINALIZZATO  
ALL'ATTUAZIONE DELLE  
PREVISIONI CONFERITE DAL DOCUMENTO DI PIANO  
ALL'AMBITO DI TRASFORMAZIONE AT 1 - EX MEDASPAN

**PROGETTO ESECUTIVO**

RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI  
-  
Opere di Urbanizzazione

Committente  
Officine Mak s.r.l.

• committente :	Comune di Meda (MB)
• commessa :	Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
• argomento :	RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

---

## Contents

1.	GENERALITA' .....	3
1.1.	Oggetto e scopo .....	3
1.2.	Descrizione dell'intervento .....	4
1.3.	Normativa di riferimento .....	4
2.	DESCRIZIONE DEI TRACCIATI.....	5
3.	SEZIONI TIPO STRADALI .....	7
4.	SOVRASTRUTTURA STRADALE .....	10
5.	SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE .....	13
5.1.	Segnaletica verticale .....	14
5.2.	Segnaletica orizzontale .....	15
6.	TRACCIATI STRADALI .....	17
6.1.	Andamento planimetrico .....	17
6.2.	Andamento altimetrico .....	21
7.	VERIFICHE DELLE VISUALI LIBERE PER L'ARRESTO .....	23
8.	INTERSEZIONI A ROTATORIA .....	25
8.1.	Andamento altimetrico .....	25
8.2.	Larghezza delle corsie .....	25
8.3.	Geometria delle rotatorie .....	26
8.4.	Visibilità nelle intersezioni a rotatoria .....	27

- committente : Comune di Meda (MB)
  - commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
  - argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI
- 

## 1. GENERALITA'

### 1.1. Oggetto e scopo

La presente relazione viene redatta nell'ambito del progetto esecutivo del nuovo polo commerciale che sorgerà su un'area industriale dismessa denominata "ex Medaspan" (cfr. figura 1) a sud del territorio comunale di Meda (MB) e documenta i criteri di progettazione stradale applicati all'intervento oggetto del presente progetto definitivo e i relativi standard geometrici, funzionali e di sicurezza adottati.

Sono state condotte verifiche di rispondenza alla normativa (diagrammi di velocità, verifiche delle caratteristiche plano-altimetriche) in modo tale da definire puntualmente gli interventi occorrenti per il rispetto della stessa.

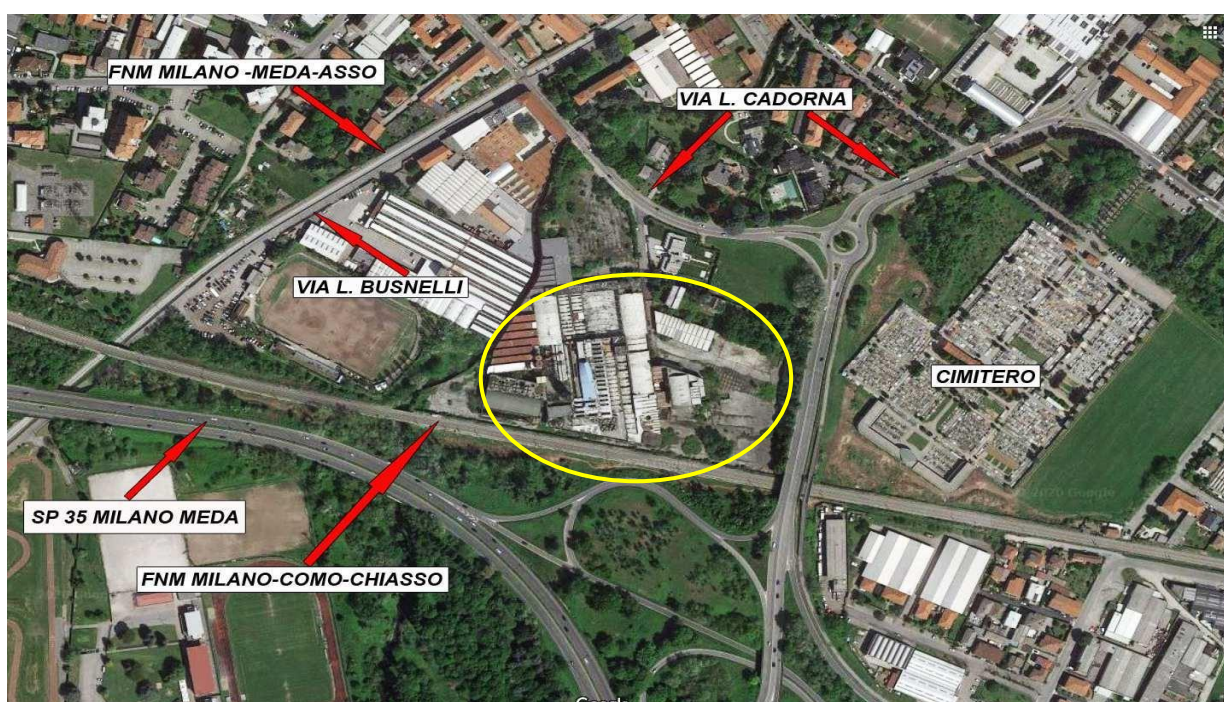


Figura 1 - Inquadramento dell'area di intervento

L'area di intervento è delimitata a Nord dalla Via Cadorna, ad Est dal rilevato stradale esistente (viabilità di accesso alla rotonda a valle dello svincolo n°12 sulla S.S. 35 Milano - Meda), a Sud dalla linea ferroviaria Milano – Como – Chiasso ed ad Ovest dall'alveo del torrente Certesa.

Dal punto di vista altimetrico l'area si presenta pressoché pianeggiante con quote comprese indicativamente tra 217.50m s.l.m. e 218.50m s.l.m.

• committente :	Comune di Meda (MB)
• commessa :	Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
• argomento :	RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

---

## 1.2. Descrizione dell'intervento

Il progetto prevede la realizzazione delle nuove viabilità e rotatorie di accesso e collegamento tra l'area commerciale in progetto e la rete stradale esistente. Il calibro standard delle viabilità prevede una carreggiata a due corsie da 3.50m con banchine da 0.50m su entrambi i lati mentre per i marciapiedi e le piste ciclopedonali si prevede una larghezza pari rispettivamente a 1.50m e 2.50m.

Nello specifico il progetto stradale prevede i seguenti elementi:

- Asse "1" – la viabilità esistente lato Est tra la rotatoria esistente su via Cadorna e la nuova rotatoria "RT02" di progetto;
- Asse "2" – viabilità interna di collegamento in direzione Nord-Sud tra la nuova rotatoria in progetto di via L. Cadorna "RT02" e la nuova rotatoria "RT01" di progetto;
- Asse "3" – ramo di collegamento con la viabilità esistente lato Ovest tra via Busnelli e la nuova rotatoria "RT01" di progetto;

Per quanto riguarda le opere strutturali connesse con il progetto stradale si ha:

- Ponte di scavalco del torrente Certesa e relativi muri andatori lungo la viabilità di accesso da Ovest (asse 3).

Per maggiori dettagli si rimanda agli specifici elaborati grafici di progetto.

## 1.3. Normativa di riferimento

- D.Lgs. 30.04.92 n. 285 e s.m. – Nuovo codice della strada
- D.P.R. 16.12.92 n. 495 e s.m. – Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- D.Lgs. 27.06.03 Modifiche ed integrazioni al codice della strada
- D.M. 2367 21.06.2004 – Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
- U.N.I. EN 1317 - Sistemi di ritenuta stradale - Parti 1, 2, 3, 4, 5 nell'ultima versione approvata ed in vigore
- D.M. 6792 05.11.2001 - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- D.M. 22.04.2004 - Modifiche al decreto del 5.11.01
- D.M. 24.07.2006 - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: Norme tecniche funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali



- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

## 2. DESCRIZIONE DEI TRACCIATI

In figura n.2 è illustrata la planimetria di progetto con i principali elementi stradali.

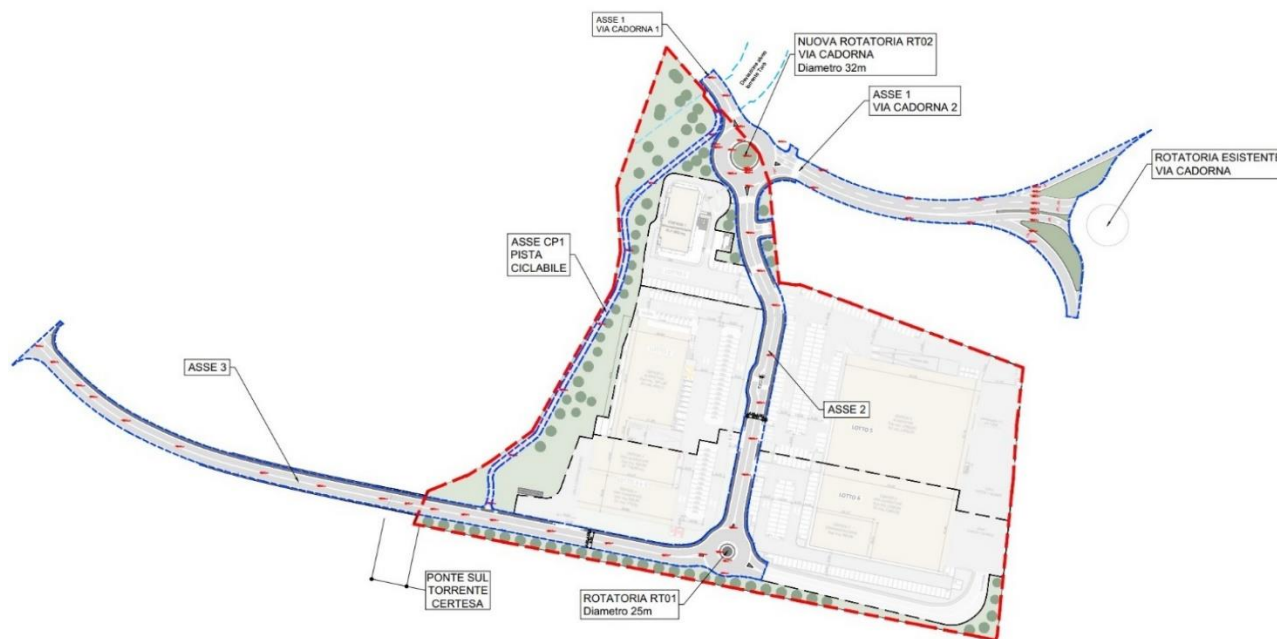


Figura 2 – Planimetria di progetto

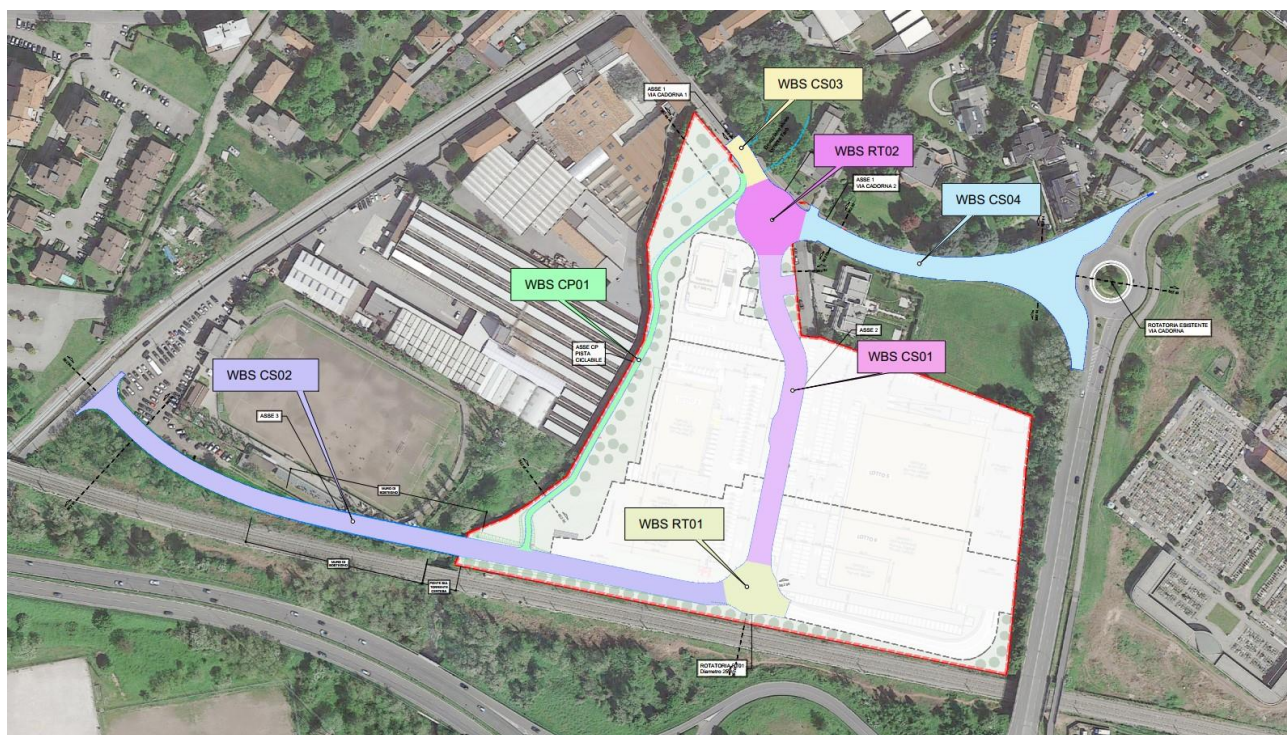


Figura 3 – Planimetria della suddivisione in parti d'opera

• committente :	Comune di Meda (MB)
• commessa :	Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
• argomento :	RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

---

#### Asse 1

L'Asse 1 ha una lunghezza complessiva di circa 218m. L'asse ha origine dalla mezzeria del tratto esistente di Via Cadorna in corrispondenza del segmento CS03 (lato ovest), attraversa il centro della nuova rotatoria identificata come RT02 e prosegue lungo l'asse stradale di Via Cadorna (tratto CS04), fino a raggiungere il margine della rotatoria esistente su Via Cadorna, lato est.

Dal punto di vista altimetrico, la viabilità si sviluppa prevalentemente a raso, con una pendenza longitudinale massima pari al 5%, garantendo così una percorribilità agevole e conforme ai requisiti normativi in materia di accessibilità e sicurezza stradale.

#### Asse 2

L'Asse 2 si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 208m. Ha origine dal centro della nuova rotatoria di Via Cadorna, identificata come RT02, posta a nord, e si estende fino al centro della nuova rotatoria RT01, localizzata a sud.

Dal punto di vista altimetrico, il tracciato si sviluppa prevalentemente a raso, con una pendenza longitudinale massima pari al 5%, assicurando una continuità funzionale e un adeguato livello di accessibilità e sicurezza per l'utenza stradale.

#### Asse 3

L'Asse 3 ha una lunghezza complessiva di circa 400m. Ha origine in corrispondenza dell'accesso carico/scarico del lotto commerciale n.6, situato nel quadrante est-sud, attraversa il centro della nuova rotatoria RT01 e prosegue fino all'intersezione con la viabilità esistente di Via Busnelli.

Dal punto di vista altimetrico, la viabilità si sviluppa prevalentemente a raso, ad eccezione del tratto in prossimità del nuovo ponte sul torrente Certesa, in corrispondenza del quale è prevista una pendenza longitudinale massima pari al 4%.

#### Pista ciclopedonale

La pista ciclopedonale CP presenta un tracciato di lunghezza pari a 248m a partire dall'innesto su via Cadorna lato Nord e fino all'innesto sull'asse 3 lato Sud; dal punto di vista altimetrico la viabilità si presenta generalmente a raso ad eccezione del tratto finale di collegamento con asse 3 che presenta una pendenza pari al 5%.

#### Rotatorie

La nuova rotatoria di Via Cadorna RT02 a nord, presenta un diametro complessivo pari a 32 metri ed è costituita da un'isola centrale con diametro di 16 metri.

A sud è prevista la realizzazione della rotatoria RT01, con un diametro complessivo di 25 metri e un'isola centrale del diametro di 9 metri.

- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

### 3. SEZIONI TIPO STRADALI

Con riferimento a quanto previsto dalla classificazione funzionale del D.M. 05.11.2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade - le viabilità in oggetto sono riconducibili ad una categoria E1 urbana di quartiere (intervallo di velocità di progetto 40 - 60 Km/h) con 1+1 corsie di marcia di larghezza pari a 3.50m (+50cm rispetto al minimo di Norma) e banchine di larghezza pari a 50cm.

Lo stesso Decreto stabilisce quale sia l'organizzazione della piattaforma stradale e dei suoi margini, intendendo che tale configurazione sia da intendersi come la minima prevista dal Codice della Strada, e da verificare in funzione di esigenze normative legate ad altri settori come per esempio gli elementi marginali che devono essere adeguati per consentire il corretto funzionamento delle barriere di sicurezza adottate.

La piattaforma stradale adottata risulta avere quindi una sezione minima pari a 8.00 m, così composta:

- una carreggiata a doppio senso di marcia, composta da n. 1+1 corsie di larghezza pari a 3.50 m;
- una banchina in destra per senso di marcia di larghezza pari a 0.50 m.

La sezione tipo stradale è completata dalla presenza da un marciapiede di larghezza pari a 1.50m.

In corrispondenza delle rotatorie la larghezza delle corsie anulari è pari a 7.00m mentre le banchine esterne ed interne presentano una larghezza di 0.50m; i rami di entrata/uscita dalla rotatoria presentano invece una larghezza pari rispettivamente a 3.50m e 4.50m con banchine di larghezza pari a 0.50m su entrambi i lati.

Gli elementi marginali sono caratterizzati da arginelli erbosi di larghezza pari a 0.50m ove è prevista l'installazione dei soli parapetti mentre presenta una larghezza di 1.05m nei tratti in rilevato ove è prevista l'installazione delle barriere di sicurezza.

Nelle seguenti figure n.4-8 sono illustrate le sezioni tipo di progetto.

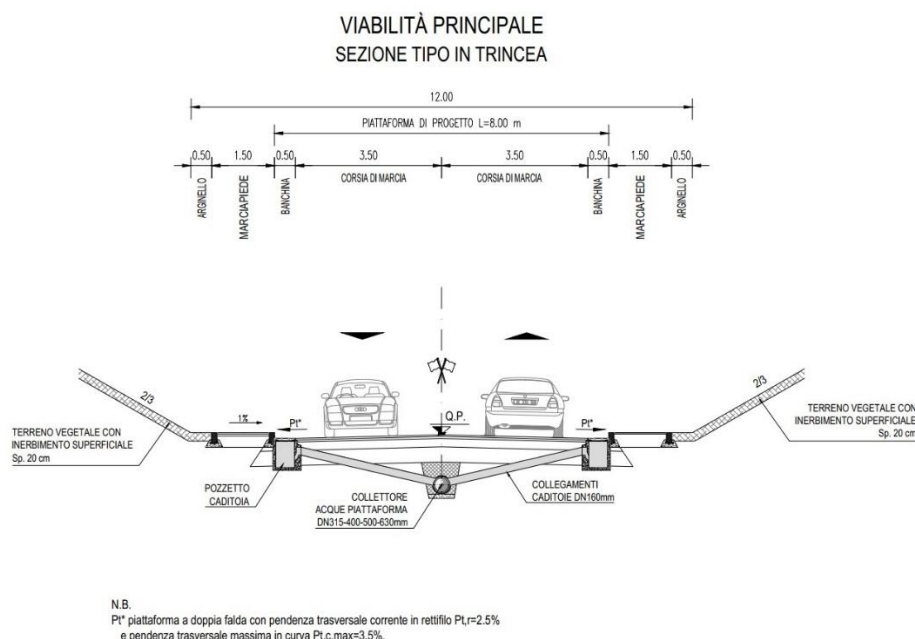


Figura 4 – Sezione tipo viabilità principale

- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

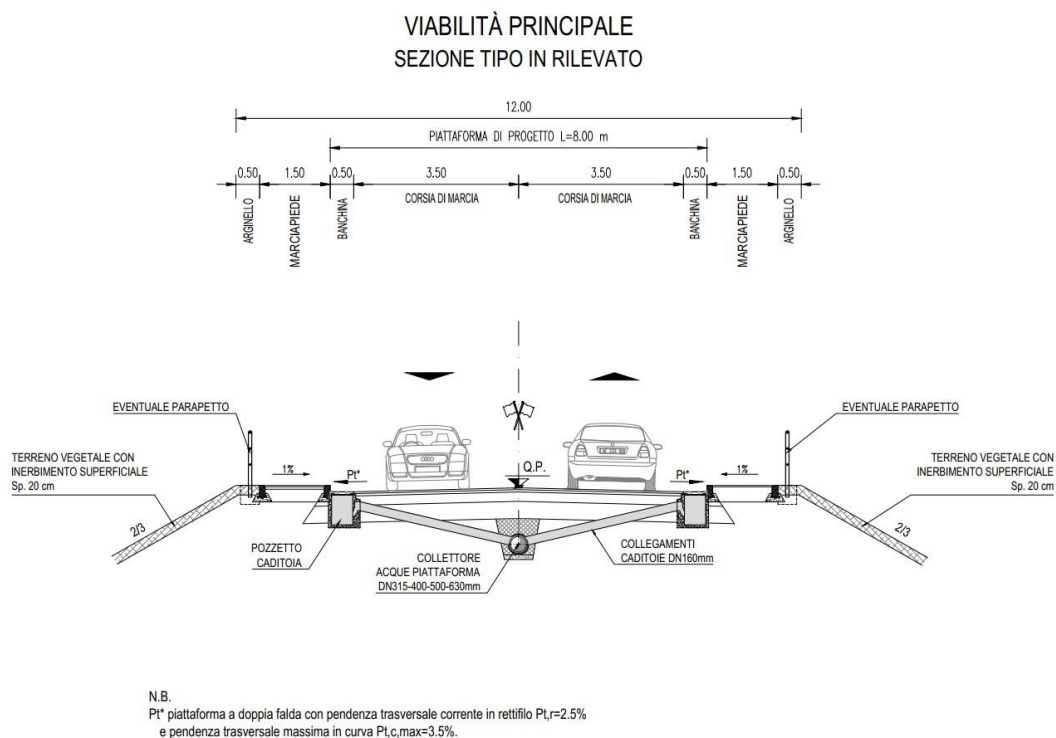


Figura 5 – Sezione tipo viabilità principale

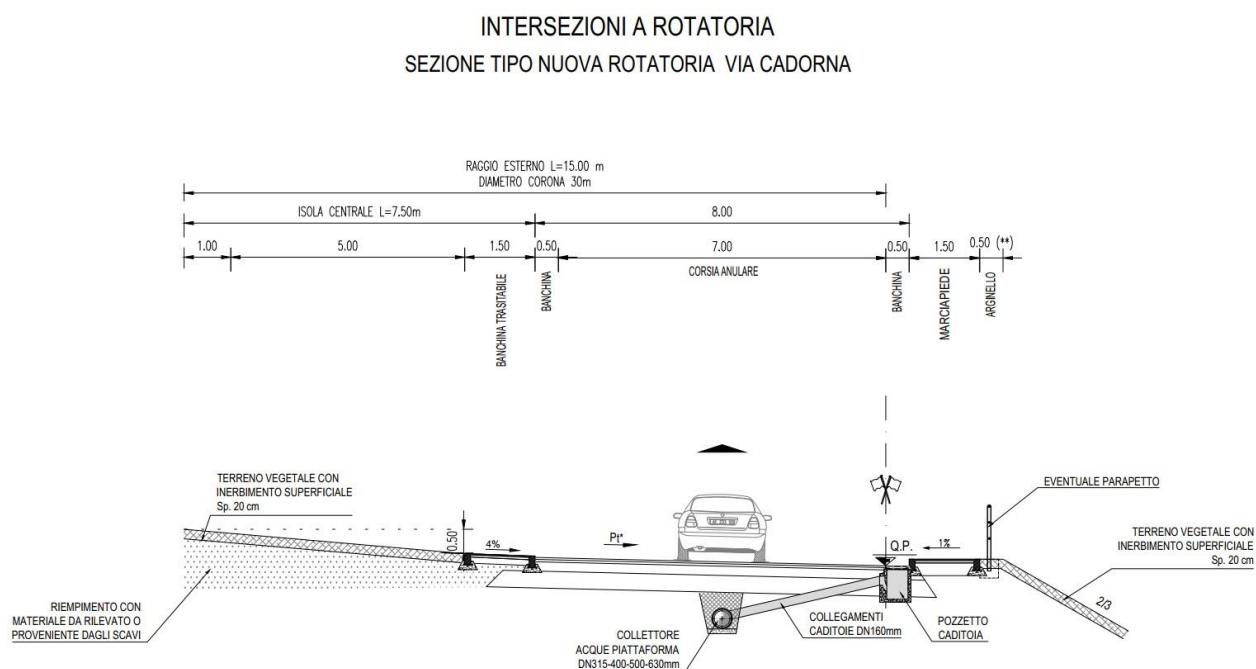


Figura 6 – Sezione tipo intersezioni a rotatoria



- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

## INTERSEZIONI A ROTATORIA SEZIONE TIPO RAMI DI ENTRATA E USCITA

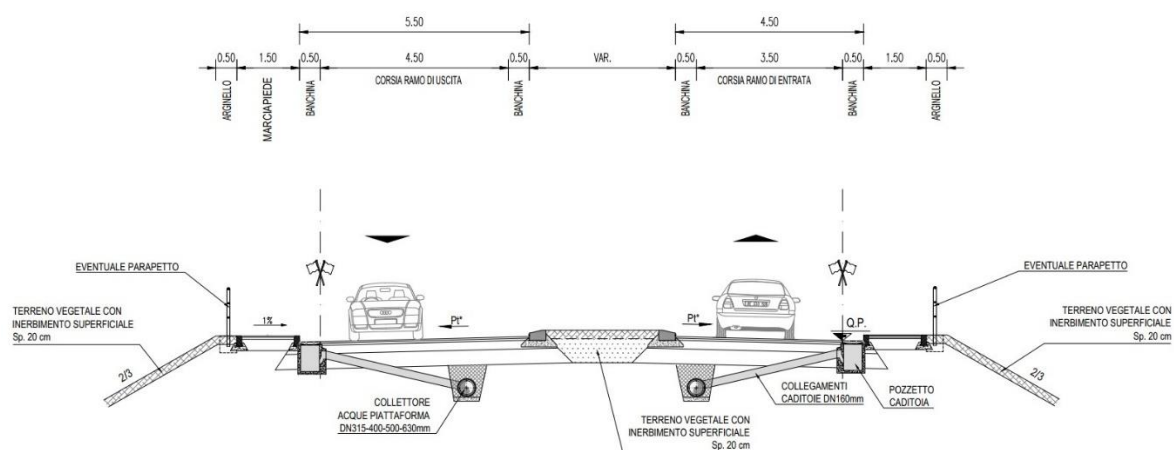


Figura 7 – Sezione tipo intersezioni a rotatoria - ingresso / uscita

## VIABILITÀ INTERNA SEZIONE TIPO PONTE CRETESA

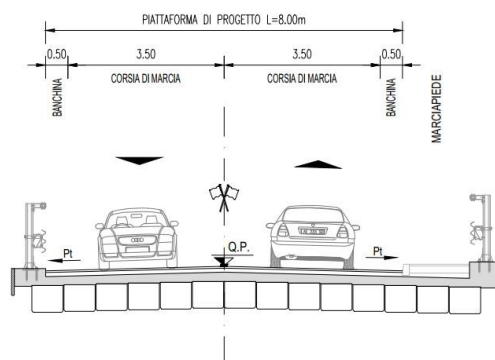


Figura 8 – Sezione tipo viabilità interna - ponte Cretesa

- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

#### 4. SOVRASTRUTTURA STRADALE

Nella figura 9 è chiarita la suddivisione dei lavori stradali in base alla stratigrafia rilevata della viabilità.

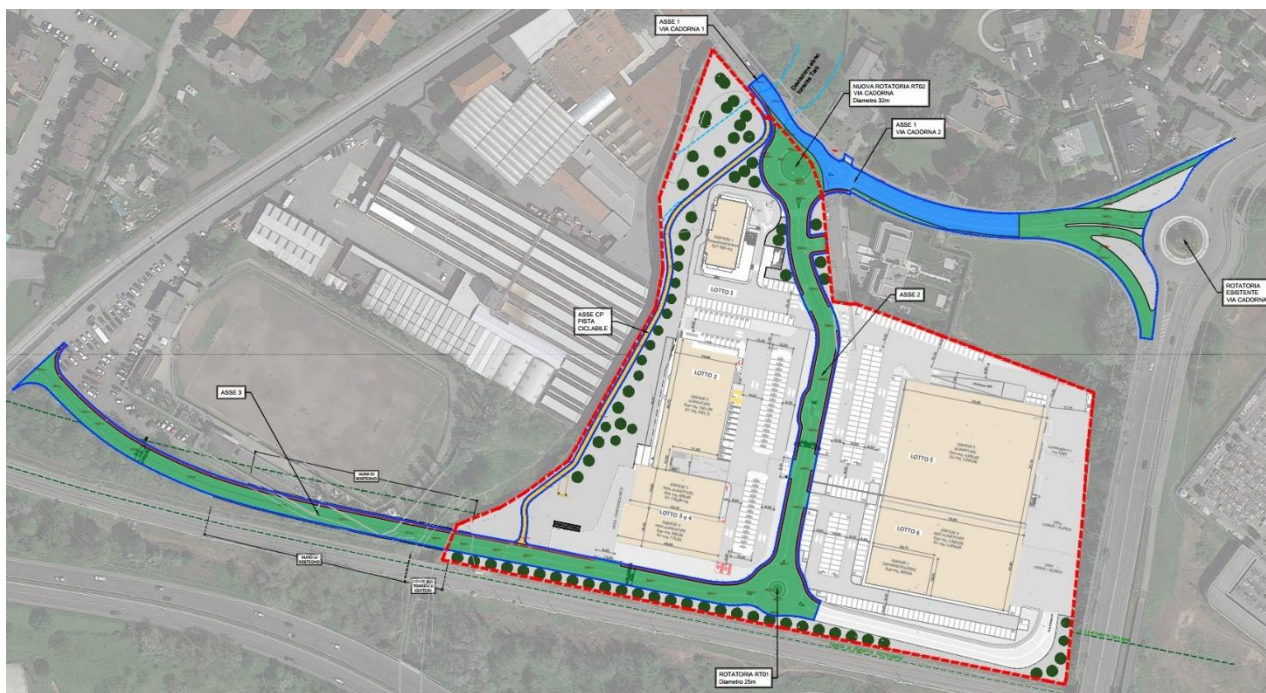


Figura 9 – Planimetria di Stratigrafia stradale, marciapiede e pista ciclabile

##### Legenda

- AMBITO AT1
- PERIMETRO OO.UU. \_ OGGETTO DI INTERVENTO
- Stratigrafia stradale nuovo
- Stratigrafia stradale esistente (oggetto di scarifica e rifacimento)
- Stratigrafia marciapiede nuovo
- Stratigrafia pista ciclabile nuovo

- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

I materiali che compongono il pacchetto dell'asse principale a partire dallo strato inferiore sono (cfr. figura n.10):

- Sabbia o materiale di riempimento (variabile);
- Ghiaia o riciclato (60cm);
- Uno strato di Geotessuto;
- Stabilizzato (20cm);
- Tout venant (8cm);
- Conglomerato bituminoso per lo strato di binder (4cm);
- Conglomerato bituminoso per il tappeto di usura (3cm);

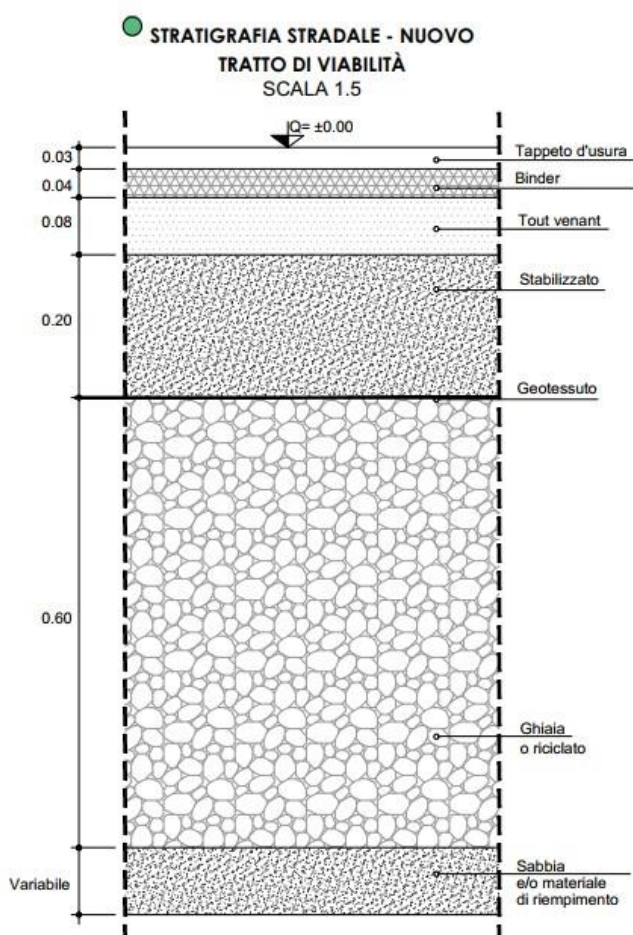


Figura 10– Stratigrafia stradale per nuove strade

- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

In corrispondenza del passaggio su opere d'arte il pacchetto presenta i seguenti strati (cfr. figura n.11):

- Solo Conglomerato bituminoso per il tappeto di usura (3cm).

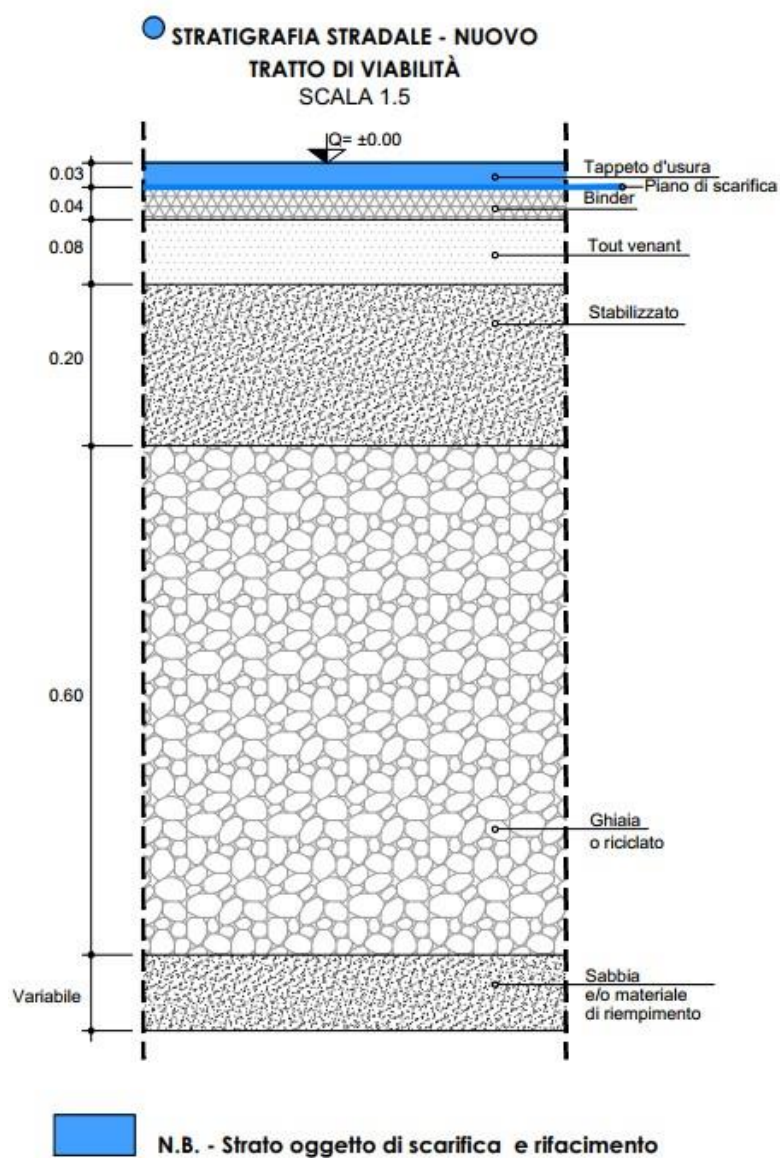


Figura 11– Pacchetto pavimentazione stradale oggetto di scarifica e rifacimento



- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

Per quanto riguarda infine marciapiedi, piste ciclopedonali in affiancamento o su sede propria e rampe minori vale quanto riportato in figura n.12 e13:

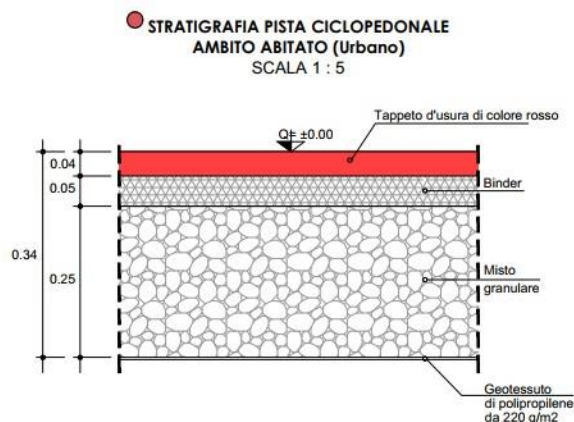


Figura 12– Pacchetto pavimentazione piste ciclopedonali

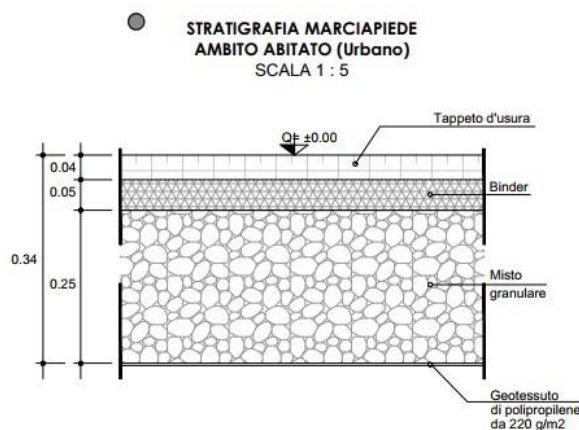


Figura 13– Pacchetto pavimentazione marciapiede

## 5. SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE

Il progetto è stato redatto conformemente al Codice della strada, al suo Regolamento di esecuzione e attuazione e alla Direttiva 24 ottobre 2000, il D.M. 05.11.01 n. 6792 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” e il relativo decreto di modifica del 22.04.2004.

• committente :	Comune di Meda (MB)
• commessa :	Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
• argomento :	RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

## 5.1. Segnaletica verticale

Come riportato dall'art 77 del regolamento di esecuzione del codice della strada il progetto della segnaletica è stato redatto cercando di:

- fornire le informazioni agli utenti della strada al fine di ottenere un sistema armonico, integrato e efficace a garanzia della sicurezza e della fluidità della circolazione;
- tener conto delle caratteristiche delle strade e della loro classificazione tecnico-funzionale, delle velocità praticate e dei prevalenti spettri di traffico a cui la segnaletica è rivolta;
- comunicare con sufficiente anticipo agli utenti della strada la presenza di pericoli, prescrizioni, indicazioni ed altre informazioni utili al fine di scongiurare comportamenti scorretti, andamenti incerti e pericolosi spesso causa di sinistri

Per perseguire le finalità sopra esposte il posizionamento dei principali segnali verticali deve tener conto di:

- spazio di avvistamento necessario per individuare il segnale in relazione alla velocità prevalente di percorrenza della strada nonché al contesto in cui si colloca;
- larghezza operativa delle barriere di sicurezza;
- posizionamento dei sostegni in punti singolari che ingenerino pericolo in caso di svio.

Fondamentale per la corretta percezione del segnale da parte dell'utente della strada risulta il suo corretto posizionamento, il Codice della Strada (Art. 79 del Regolamento e Art. 39 del N.C.S.), prescrive che per ogni segnale deve essere garantito uno spazio di avvistamento tra il conducente ed il segnale stesso libero da ostacoli per una corretta visibilità.

Lo spazio di avvistamento deve garantire che il conducente possa in sequenza: percepire la presenza del segnale, riconoscerlo come segnale stradale, identificarne il significato e attuare il comportamento richiesto.

le posizioni indicate dalla segnaletica verticale sono presentate anche nella figura 14.

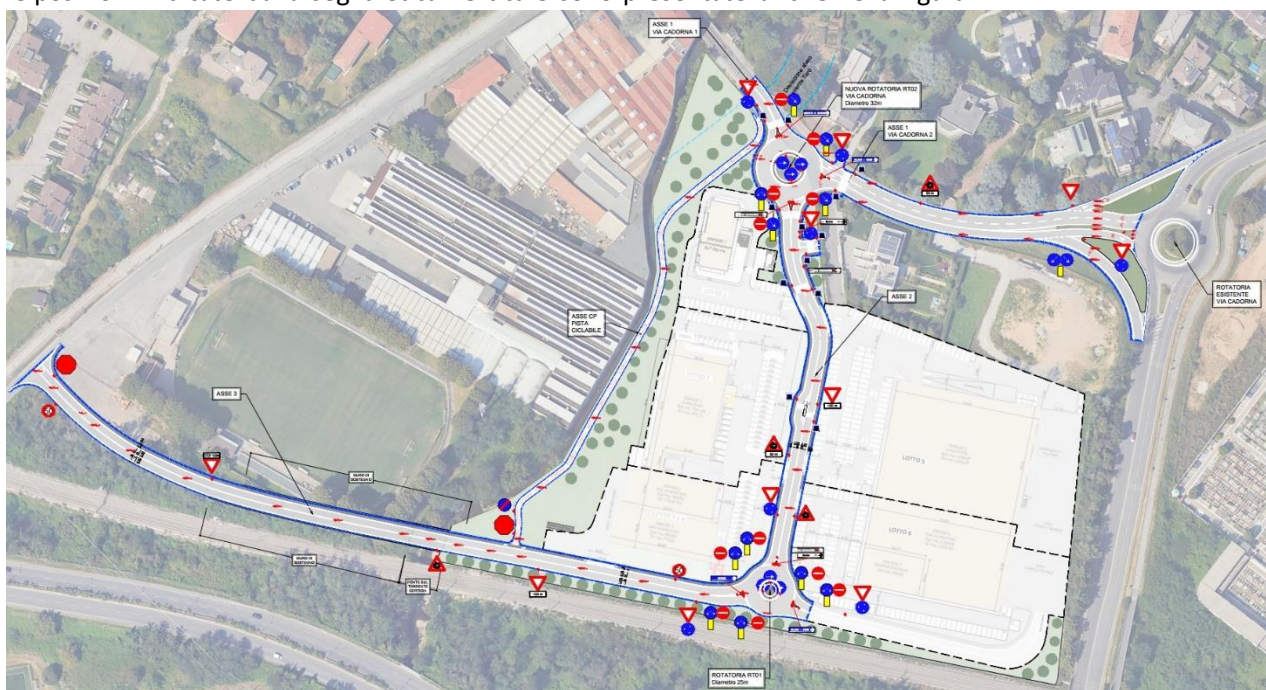


Figura 14 – Planimetria di segnalazioni verticali

- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

Le tabelle della figura 15 riassumono le principali distanze associate alle varie tipologie di segnaletica e le caratteristiche stradali rappresentate dalla velocità predominante.

<b>SEGNALI DI PERICOLO</b>	
Spazio di avvistamento	localizzazione
150 metri autostrade e strade extraurbane principali	150 metri
100 metri extraurbane secondarie e urbane con velocità maggiore di 50 Km/h	150 metri
50 metri altre strade	150 metri

<b>SEGNALI DI PRESCRIZIONE</b>	
Spazio di avvistamento	
250 metri autostrade e strade extraurbane principali	La prescrizione inizia nel luogo di installazione
150 metri extraurbane secondarie e urbane con velocità maggiore di 50 Km/h	La prescrizione inizia nel luogo di installazione
80 metri altre strade	La prescrizione inizia nel luogo di installazione

<b>SEGNALI DI INDICAZIONE</b>			
Spazio di avvistamento:	velocità locale predominante	Localizzazione rispetto svolta	Localizzazione rispetto inizio corsia di decelerazione
250 metri	130 km/h		50 metri
200 metri	110 km/h	130 metri	40 metri
170 metri	90 Km/h	100 metri	30 metri
140 metri	70 km/h	80 metri	
100 metri	50 km/h	60 metri	

Figura 15 – Criteri di posizionamento segnaletica verticale

Oltre alle predette indicazioni riguardanti la distanza di avvistamento il Nuovo Codice della Strada prevede una serie di norme riguardanti le dimensioni, i formati, la rifrangenza e una serie di norme regolano le modalità di installazione dei segnali verticali.

## 5.2. Segnaletica orizzontale

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento infatti recita che: "Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari".

Gli elementi principali della segnaletica orizzontali sono costituite dalle strisce longitudinali che servono per separare i sensi di marcia o le corsie di marcia, per delimitare la carreggiata ovvero per incanalare i veicoli verso determinate direzioni; in particolare le strisce longitudinali si suddividono in:

- strisce di separazione dei sensi di marcia;
- strisce di corsia;
- strisce di margine della carreggiata;
- strisce di raccordo;

- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

- strisce di guida sulle intersezioni.

Le strisce longitudinali possono essere continue o discontinue; le lunghezze dei tratti e degli intervalli delle strisce discontinue, sono rappresentate nella seguente figura n.16.

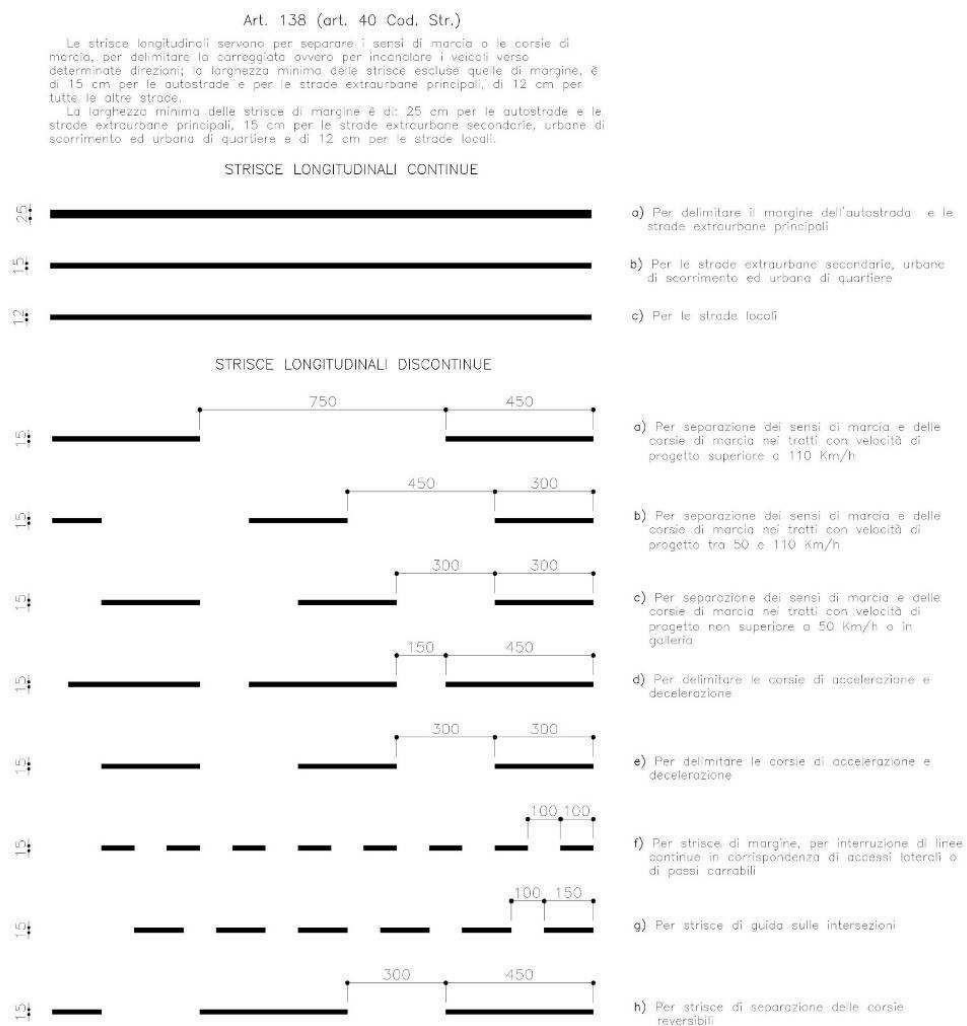


Figura 16 – Segnaletica orizzontale

La larghezza minima delle strisce di margine è di 25 cm per le autostrade e le strade extraurbane principali, ad eccezione delle rampe, di 15 cm per le rampe delle autostrade e delle strade extraurbane principali, per le strade extraurbane secondarie, urbane di scorrimento ed urbane di quartiere, e di 12 cm per le strade locali.

Il regolamento del Codice della strada definisce anche le caratteristiche della segnaletica per:

- il presegnalamento di isole di traffico o di ostacoli entro la carreggiata
- le frecce direzionali
- la segnaletica in corrispondenza delle intersezioni a raso

Per i dettagli si rimanda agli elaborati di progetto e alla normativa specifica.



• committente :	Comune di Meda (MB)
• commessa :	Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
• argomento :	RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

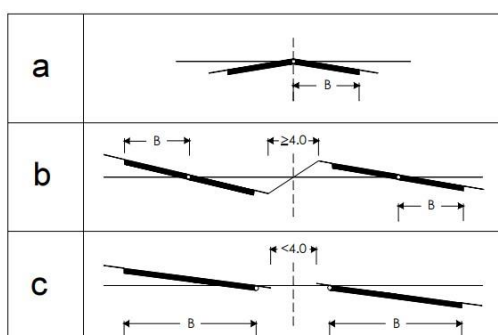
## 6. TRACCIATI STRADALI

Le nuove viabilità in progetto si configurano come viabilità di tipo "E1 – urbana di quartiere" con intervallo di velocità di progetto pari a 40-60km/h. I tracciati presentano alle estremità nodi di intersezione a rotatoria le cui caratteristiche geometriche risultano, come illustrato nei paragrafi successivi, conformi al D.M. 24.07.2006 - Norme tecniche funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.

Lo sviluppo dei tracciati è stato previsto in modo da garantire tutti i parametri relativi alla sicurezza, le geometrie sono state dimensionate verificando le clotoidi e le distanze di visibilità per l'arresto. Nei seguenti paragrafi viene illustrata l'analisi e la verifica del tracciato.

### 6.1. Andamento planimetrico

Il tracciato planimetrico è costituito da una successione di elementi geometrici, quali i rettili, le curve circolari e relative clotoidi. Trattandosi di una strada tipo "E" lo studio dell'asse planimetrico prevede un unico asse posizionato sulla mezzzeria della carreggiata, secondo la tipologia "a" prevista nella seguente figura di cui al Decreto 5/11/2001:



#### Rettili

Per quanto riguarda i tratti in rettilineo, il Decreto 5/11/2001 fissa dei valori limite, superiore e inferiore, in funzione della velocità massima di progetto.

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

$$L_r = 22 \times V_{p,Max}$$

che per tipologia della viabilità in oggetto è classificata come  $V_{p,Max}=60\text{km/h}$  risulta pari a 2.200 m.

Nel caso specifico in studio si verifica che tutti i rettili presenti lungo il tracciato non raggiungono mai questo valore limite superiore.

- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

Il valore minimo è invece fissato per poter essere correttamente percepito dall'utente, secondo i valori riportati nella tabella seguente (per Velocità si intende la velocità massima che si desume dal diagramma di velocità):

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

Nel caso di rettifili di flesso (ovvero rettifili raccordati, mediante clotoidi, a curve di segno opposto, e di lunghezza inferiore al valore minimo di cui sopra), è possibile inserire un rettifilo di lunghezza non superiore al valore risultante dalla somma del parametro delle clotoidi - a monte ed a valle del rettifilo - diviso 12,5. Non considerando i tratti prossimi alle intersezioni a rotatoria si verifica che tutti i rettifili lungo il tracciato non raggiungono mai questi valori limite.

#### Curve circolari

Anche per le curve circolari la normativa raccomanda dei valori minimi per permettere all'utente la percezione dell'elemento curvilineo: infatti il decreto prevede che una curva circolare, per essere correttamente percepita, deve avere uno sviluppo corrispondente ad un tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva.

#### Pendenze trasversali

La pendenza minima trasversale in rettifilo è pari al valore 2,5%; in curva circolare invece la carreggiata è inclinata verso l'interno e il valore di pendenza trasversale è mantenuto costante su tutta la lunghezza dell'arco di cerchio. Il valore massimo per una strada tipo E1 è pari al 3.5%. La relazione matematica che regola il valore di pendenza trasversale alla velocità di progetto e al raggio di curvatura della curva è espressa dalla seguente formula:

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

dove:

$V_p$  = velocità di progetto della curva [km/h]

$R$  = raggio della curva [m]

$q$  = pendenza longitudinale /100

$f_t$  = quota parte del coeff. di aderenza impegnato trasversalmente.

Per la quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile trasversalmente  $f_{t \text{ Max}}$ , valgono i valori della normativa di seguito riportati. Tali valori tengono conto, per ragioni di sicurezza, che una quota parte dell'aderenza possa essere impegnata anche longitudinalmente in curva.

- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

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

Per velocità intermedie fra quelle indicate si è fatto riferimento al relativo diagramma delle velocità.

#### Curve a raggio variabile

Le curve a raggio variabile sono inserite tra due elementi a curvatura costante (tra curve circolari, ovvero tra rettilineo e curva circolare) lungo le quali generalmente si ottiene la graduale modifica della piattaforma stradale, cioè della pendenza trasversale, e, se necessario, della larghezza trasversale della piattaforma.

Le curve impiegate a tali scopi sono denominate clotoidi e si rappresentano nella forma:

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

dove:

- $r$  = raggio di curvatura nel punto P generico
- $s$  = ascissa curvilinea nel punto P generico
- $A$  = parametro di scala

I criteri di dimensionamento del parametro  $A$  delle curve di transizione a curvatura variabile sono:

1. criterio della limitazione del contraccollo, il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

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

2. criterio della limitazione della sovrappendenza  
longitudinale delle linee di estremità della carreggiata che assume le formule:

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

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

- nel caso in cui anche il raggio iniziale sia di valore finito (continuità) il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{B_i (q_f - q_i)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \times \frac{\Delta i_{\max}}{100}}}$$

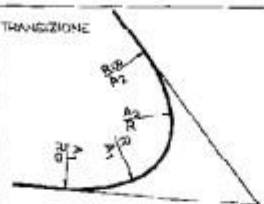
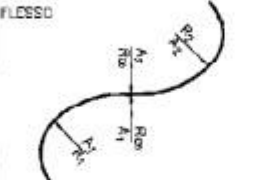


3. criterio ottico:  $A \geq R/3$  (R/3 in caso di continuità)

4. Inoltre, per garantire la percezione dell'arco di cerchio alla fine della clotoide, deve essere:  $A \leq R$



- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

L'inserimento delle curve a raggio variabile deve soddisfare oltre ai criteri di dimensionamento della singola curva sopra esposti, anche le regole dettate dalla successione di più elementi vicini a formare casi particolari come la transizione (curva circolare con clotoidi con parametri diversi ai due lati), il flesso (curve circolari di verso opposto senza interposizione di un rettilifo), la continuità (successione di curve circolari di verso uguale senza rettifili intermedi) e il raccordo tra due cerchi secanti mediante cerchio ausiliario. Tali casi sono rappresentati nella figura seguente.

TIPOLOGIA	LIMITI
	$A_1 \geq A_{min}$ $A_2 \geq A_{min}$ $\frac{R_2}{3} < A_1 < R_1$ $\frac{R_1}{3} < A_2 < R_2$ $\frac{2}{3} < \frac{A_1}{A_2} < \frac{3}{2}$
	$R_2 < R_1$ $A_1 \geq A_{min}$ $A_2 \geq A_{min}$ FLESSO ASIMMETRICO $A_{min} < A_2$ $\frac{R_1}{3} < A_1 < R_1$ $\frac{R_2}{3} < A_2 < R_2$ $\frac{2}{3} < \frac{A_1}{A_2} < \frac{3}{2}$ FLESSO SIMMETRICO $A_1 = A_2 = A$ $\frac{R_1}{3} < A < R_2$
	$R_2 < R_1$ $R_2$ all'interno di $R_1$ ma non concentrico $A_{min} < A$ $\frac{R_1}{3} < A < R_2$
	$A_1 \geq A_{min}$ $A_2 \geq A_{min}$ $\frac{R_3}{3} < A_1 < R_1$ $\frac{R_2}{3} < A_2 < R_2$ $\frac{2}{3} < \frac{A_1}{A_2} < \frac{3}{2}$

Nel caso specifico in studio si verifica che i criteri sopra esposti sono rispettati.

### Allargamenti

Al fine 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:

$$E = K/R \text{ (m)}$$

dove:

K = 45

R = raggio esterno (in m) della corsia

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



• committente :	Comune di Meda (MB)
• commessa :	Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
• argomento :	RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

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.

Per maggiori dettagli circa gli allargamenti inseriti nel tracciato in progetto si rimanda agli specifici elaborati.

## 6.2. Andamento altimetrico

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

Per una strada classificata come strada di categoria E la pendenza massima adottabile è pari al valore 10%, nella fattispecie nei tratti con affiancamento della pista ciclabile tale valore è stato dimensionato con un massimo del 5%.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- se invece  $D > L$

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

- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

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

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

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

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

- se invece  $D > L$

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

La viabilità principale di progetto presenta un andamento altimetrico con caratteristiche adeguate all'andamento planimetrico ed alla velocità di progetto, infatti la pendenza altimetrica massima risulta pari al 10% (tratto di innesto dell'asse 5 su asse 1), pari alla massima pendenza adottabile per la tipologia di strada di categoria E.

I raccordi concavi e convessi lungo la viabilità principale risultano conformi alla Normativa in accordo alle formule sopra illustrate.

• committente :	Comune di Meda (MB)
• commessa :	Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
• argomento :	RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

## 7. VERIFICHE DELLE VISUALI LIBERE PER L'ARRESTO

Una volta definito il tracciato plano-altimetrico di ogni asse, valutato puntualmente il diagramma di velocità e verificato tutti gli ostacoli previsti in progetto ed esistenti, si è proceduto alla valutazione del diagramma delle visuali libere da confrontare con le distanze minime indicate dalla normativa.

Sono state verificate le visuali libere per l'arresto confrontandole con le distanze di arresto del veicolo calcolate puntualmente su tutto il tracciato in funzione della pendenza longitudinale e del verso di marcia. Per distanza di visuale libera o di visibilità si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

La visuale libera del tracciato per la verifica delle distanze di arresto si ottiene, secondo la normativa, proiettando il raggio visivo dell'utente (posto ad un'altezza di 1,10m dalla quota progetto) che osserva un elemento posto in asse corsia di altezza pari a 10 cm rispetto alla piattaforma stradale.

La distanza di arresto è invece quella distanza pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto, essa viene calcolata in asse alla corsia di marcia secondo le modalità seguenti e dipende, tra l'altro dalla pendenza longitudinale e, conseguentemente da verso di percorrenza.

La relazione di calcolo della distanza di arresto si calcola con la seguente formula integrale:

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

dove:

- D1 = spazio percorso nel tempo  $\tau$
- D2 = spazio di frenatura
- V0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità [km/h]
- V1 = velocità finale del veicolo, in cui V1 = 0 in caso di arresto [km/h]
- i = pendenza longitudinale del tracciato [%]
- $\tau$  = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]
- g = accelerazione di gravità [m/s<sup>2</sup>]
- Ra = resistenza aerodinamica [N]
- m = massa del veicolo [kg]
- fl = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura
- r0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

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

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

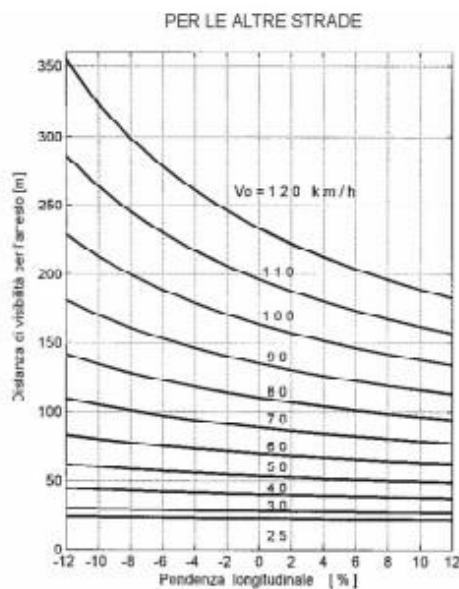
dove:

- $C_x$  = coefficiente aerodinamico
- $S$  = superficie resistente [m<sup>2</sup>]
- $\rho$  = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m<sup>3</sup>]

Per il parametro  $f_l$  con riferimento alle categorie non autostradali la normativa fornisce i seguenti valori (compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata con spessore del velo idrico di 0,5 mm):

VELOCITA' [km/h]	25	40	60	80	100	120	140
$f_l$ Altre strade	0.45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Inserendo i corretti valori dei diversi parametri, l'integrale si riduce ad una sommatoria in quanto la funzione integrando assume la forma "a gradini" e si determinano i valori così diagrammabili:



Confrontando sezione per sezione la visuale libera (valutata geometricamente attraverso un'analisi tridimensionale altimetrica e planimetrica) con le distanze di arresto si è effettuata la verifica del rispetto della visuale libera minima per l'arresto.



- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

## 8. INTERSEZIONI A ROTATORIA

### 8.1. Andamento altimetrico

Nell'ambito delle nuove viabilità di progetto si prevede la realizzazione di 2 intersezioni a rotatoria (raccordo con viabilità esistente Via Cadorna, raccordo tra assi 1-2 e raccordo assi 2 - 3).

Tali rotatorie presentano una composizione geometrica conforme a quanto previsto dal D.M. 24.07.2006 - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: Norme tecniche funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.

I rami di svincolo in ingresso e in uscita presentano caratteristiche plano-altimetriche adeguate e idonee a garantire agli utenti che insistono sui nodi adeguati standard funzionali e di sicurezza stradale.

La geometria dei suddetti rami di svincolo tiene conto dei vincoli al contorno che caratterizzano sia i raccordi con le viabilità esistenti e sia i rami di svincolo che intercettano l'asse principale. Questi ultimi sono configurati con elementi curvilinei e di raccordo tali da conferire all'utente che sta approcciando all'intersezione un'adeguata percezione della geometria dell'intersezione tale da imporre una corretta riduzione delle velocità così come prescritto dalla segnaletica stradale presente sull'intersezione.

### 8.2. Larghezza delle corsie

Come si evince dalle planimetrie di progetto le intersezioni presentano elementi modulari conformi alla tabella 6 del paragrafo 4.5.2 del D.M. 24.07.2006 - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: Norme tecniche funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali di seguito richiamata riportata.

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	$\geq 40$	6,00
	Compreso tra 25 e 40	7,00
	Compreso tra 14 e 25	7,00 - 8,00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	$\geq 40$	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
	$\geq 25$	4,50

(\*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia.

(\*\*) organizzati al massimo con due corsie.

Nella tabella successiva invece viene illustrata una sintesi degli elementi modulari applicati nelle rotatorie di progetto.

- committente : Comune di Meda (MB)
- commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
- argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI

DESCRIZIONE ELEMENTO	Rotatorie 1 RT01	rotatoria Via Cadorma RT02
Raggio interno dell'anello	4.50	12.50
Raggio esterno dell'anello	8.50	16.00
Larghezza dell'anello	8.00	8.00
	rami di raccordo	
Larghezza del lato di uscita della base dell'isola	1.50	1.50
Larghezza dell'isola	3.00	3.00
Altezza dell'isola	12.00	12.00
Larghezza della corsia d'entrata	3.50	3.50
Larghezza della corsia d'uscita	4.50	4.50
Raggio dell'arco per il raccordo della corsia d'entrata con il tracciato	60.00	60.00
Raggio dell'arco per il raccordo della corsia d'uscita con il tracciato	15.00	15.00
Raggio dell'arco per il raccordo della corsia d'entrata con l'anello	80.00	80.00
Raggio dell'arco per il raccordo della corsia d'uscita con l'anello	20.00	20.00
Raggio dell'arco per il raccordo della corsia d'entrata con l'asse del tracciato	60.00	60.00
Raggio dell'arco per il raccordo della corsia d'uscita con l'asse del tracciato	80.00	80.00
Larghezza della banchina della corsia d'entrata del tracciato	0.50	0.50
Larghezza della banchina della corsia d'uscita del tracciato	0.50	0.50
Larghezza della banchina della dell'isola (lato anello)	0.50	0.50
Larghezza della banchina della dell'isola (corsia d'entrata)	0.50	0.50
Larghezza della banchina della dell'isola (corsia d'uscita)	0.50	0.50
Raggio per il raccordo degli offset dell'isola	0.50	0.50

### 8.3. Geometria delle rotatorie

E' stato eseguito il controllo della deviazione delle traiettorie di attraversamento dei nodi determinati secondo il criterio riportato nel paragrafo 4.5.3 del D.M. 24.07.2006 di cui alla figura di seguito riportata.

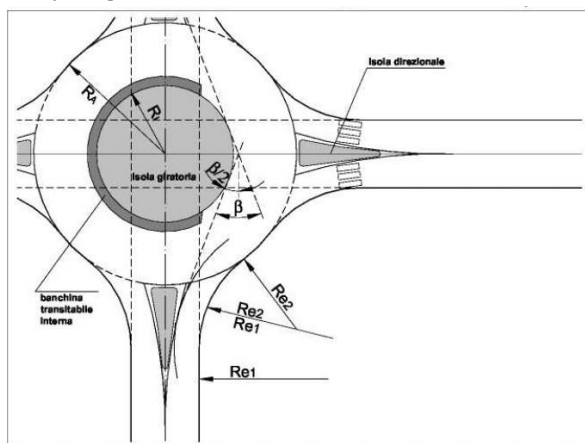


Figura 17

- committente : Comune di Meda (MB)
  - commessa : Piano Attuativo finalizzato all'attuazione delle previsioni conferite dal Documento di Piano all'Ambito di Trasformazione AT 1 - Ex Medaspan
  - argomento : RELAZIONE TECNICA OPERE STRADALI
- 

Negli specifici elaborati di progetto sono riportati i valori di angolo di deviazione di immissione per l'asse principale, che risultano superiori al valore limite minimo raccomandato dalla Norma (superiore a 45°).

#### 8.4. Visibilità nelle intersezioni a rotatoria

Le 2 rotatorie di progetto garantiscono le visuali libere necessarie affinché i conducenti che si approssimano all'intersezione possano vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi. La verifica è stata effettuata graficamente secondo lo schema riportato in figura 18 del D.M. 24.07.2006 che definisce i campi di visibilità in un incrocio a rotatoria. Per maggiori dettagli si rimana agli specifici elaborati.

Da quest'ultimi si evince che per le 2 rotatorie di progetto è sempre garantita una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello posizionando l'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo dell'anello giratorio.

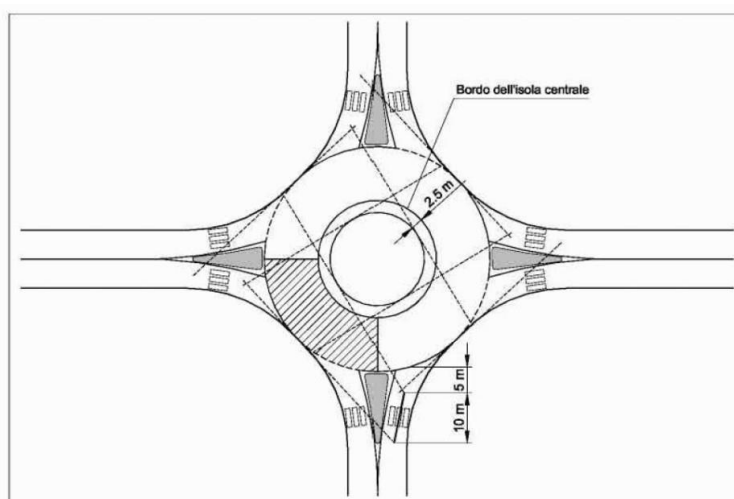


Figura 18