

IL CONCEDENTE

IL CONCESSIONARIO



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

CODICE C.U.P. E81B08000060009

## PROGETTO DEFINITIVO

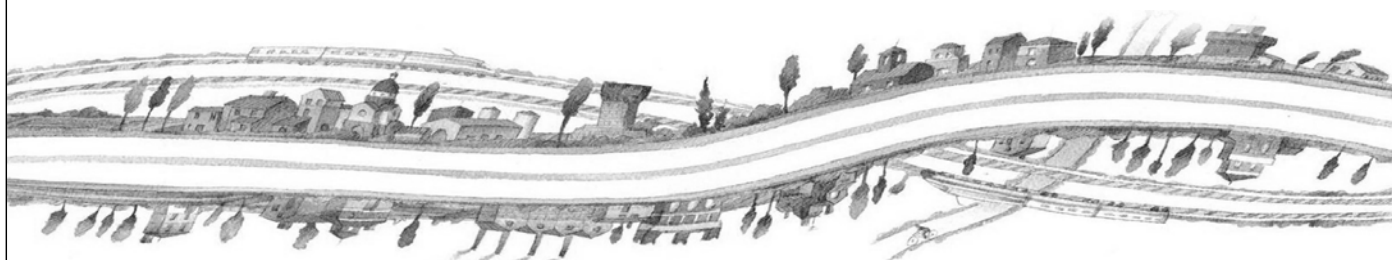
### ASSE AUTOSTRADALE (COMPRENSIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI)

PROGETTAZIONE STRADALE

VIABILITA' DI COLLEGAMENTO

C 07 (MO 06) COMPLET. DALLA TANG. S.FELICE S.P. E CIRCONV. DI RIVARA

RELAZIONE DESCRITTIVA DEL TRACCIATO



IL PROGETTISTA

Ing. Antonio De Fazio  
Albo Ing. Prov. Bologna n°3696RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHEIng. Emilio Salsi  
Albo Ing. Reggio Emilia n° 945

IL CONCESSIONARIO

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

|      |            |             |           |           |              |
|------|------------|-------------|-----------|-----------|--------------|
| G    |            |             |           |           |              |
| F    |            |             |           |           |              |
| E    |            |             |           |           |              |
| D    |            |             |           |           |              |
| C    |            |             |           |           |              |
| B    |            |             |           |           |              |
| A    | 17.04.2012 | EMISSIONE   | Azzolini  | De Fazio  | Salsi        |
| REV. | DATA       | DESCRIZIONE | REDAZIONE | CONTROLLO | APPROVAZIONE |

|                           |      |       |        |                  |              |        |                |             |      |        |                   |
|---------------------------|------|-------|--------|------------------|--------------|--------|----------------|-------------|------|--------|-------------------|
| IDENTIFICAZIONE ELABORATO |      |       |        |                  |              |        |                |             |      |        | DATA: MAGGIO 2012 |
| NUM. PROGR.               | FASE | LOTTO | GRUPPO | CODICE OPERA WBS | TRATTO OPERA | AMBITO | TIPO ELABORATO | PROGRESSIVO | REV. | SCALA: |                   |
| 1370                      | PD   | 0     | C07    | CCS07            | 0            | SD     | RG             | 01          | A    |        |                   |

## INDICE

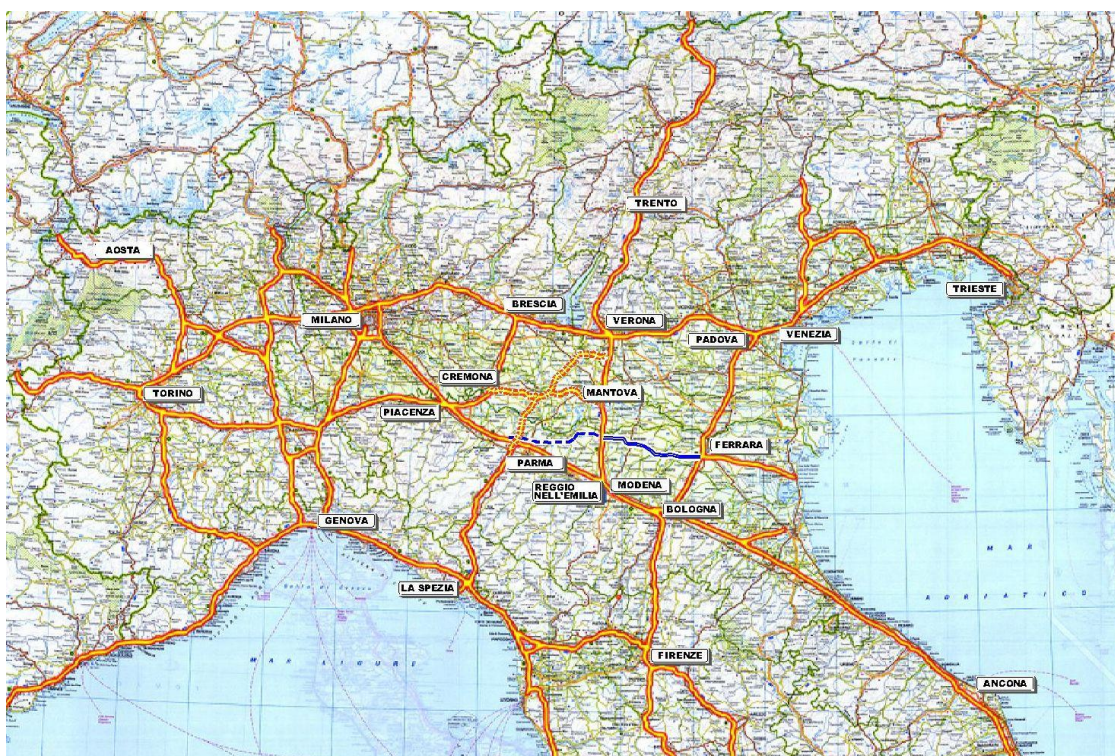
|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. PREMESSA .....</b>                                                                | <b>3</b>  |
| <b>2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRADALE DELLA VIABILITA' DI COLLEGAMENTO .....</b>      | <b>4</b>  |
| 2.1. PIATTAFORMA STRADALE E SEZIONI TIPO .....                                          | 11        |
| 2.1.1. <i>Svincoli e roatorie</i> .....                                                 | <b>14</b> |
| 2.2. ANDAMENTO PLANIMETRICO .....                                                       | 16        |
| 2.3. ANDAMENTO ALTIMETRICO .....                                                        | 16        |
| <b>3. PROGETTAZIONE ASSI STRADALI .....</b>                                             | <b>19</b> |
| 3.1. Inquadramento Normativo .....                                                      | 19        |
| 3.2. Criteri progettuali principali .....                                               | 21        |
| 3.2.1. <i>Caratteristiche planimetriche</i> .....                                       | <b>21</b> |
| 3.2.2. <i>Caratteristiche altimetriche</i> .....                                        | <b>24</b> |
| 3.2.3. <i>Analisi di visibilità</i> .....                                               | <b>26</b> |
| 3.2.4. <i>Rappresentazione dei risultati</i> .....                                      | <b>28</b> |
| 3.3. Progettazione delle intersezioni a rotatoria .....                                 | 29        |
| 3.3.1. <i>Intersezioni a rotatoria</i> .....                                            | <b>29</b> |
| 3.3.2. <i>Tipologie</i> .....                                                           | <b>29</b> |
| 3.3.3. <i>Larghezza delle corsie</i> .....                                              | <b>30</b> |
| 3.3.4. <i>Geometria delle roatorie</i> .....                                            | <b>31</b> |
| 3.4. Distanza e visibilità nelle intersezioni a raso .....                              | 32        |
| <b>4. RISULTATI DELLE VERIFICHE DI CONGRUENZA CON LE NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....</b> | <b>34</b> |
| 4.1. Assi stradali .....                                                                | 34        |
| 4.1.1. <i>Andamento planimetrico</i> .....                                              | <b>34</b> |
| 4.1.2. <i>Andamento altimetrico</i> .....                                               | <b>34</b> |
| 4.1.3. <i>Verifiche di visibilità</i> .....                                             | <b>37</b> |
| 4.2. Intersezioni a rotatoria .....                                                     | 38        |
| 4.2.1. <i>Verifica delle caratteristiche geometriche per le roatorie</i> .....          | <b>38</b> |

---

|        |                                       |           |
|--------|---------------------------------------|-----------|
| 4.2.2. | <i>Analisi delle Visibilità</i> ..... | <b>39</b> |
| 5.     | <b>ALLEGATI</b> .....                 | <b>47</b> |

## 1. PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto definitivo della viabilità di collegamento dell'abitato di San Felice sul Panaro allo svincolo autostradale omonimo. L'intervento in oggetto, individuato dalla WBS C07, è inserito nell'ambito dell'intervento di realizzazione della nuova Autostrada Regionale Cispadana, infrastruttura stradale di categoria A, avente origine in corrispondenza del casello di Reggiolo-Rolo sulla A22 "Autostrada del Brennero" e termine al casello di Ferrara Sud sulla A13 "Autostrada Bologna-Padova".



**FIGURA 1-1 – L'AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA (BLU), INSERITA NELLA RETE AUTOSTRADALE NAZIONALE**

## 2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRADALE DELLA VIABILITA' DI COLLEGAMENTO

---

L'intervento si colloca nel comune di San Felice sul Panaro e prevede di realizzare un collegamento tra l'esistente circonvallazione del suddetto Comune e la rotatoria di collegamento alla nuova autostazione di San Felice sul Panaro – Finale Emilia.

Il tracciato stradale studiato, si propone di realizzare un nuovo itinerario atto a favorire la fruibilità del succitato casello drenando nel contempo il traffico dalla viabilità esistente, mettendo a disposizione una nuova infrastruttura libera dalle soggezioni imposte dall'antropizzazione preesistente e che risulterebbe inadeguata alle nuove necessità derivanti dalla realizzazione della nuova Autostrada.

Il nuovo itinerario presenta giacitura prevalente ovest-est e i capisaldi risultano individuati dalla rotatoria C07-1 e da quella che funge da collegamento con il casello autostradale (non compresa nel presente intervento).

In particolare, gli interventi si possono suddividere:

1. Nuova rotatoria "C07-1" a raso, posta in corrispondenza dell'attuale confluenza tra la *Via Tassi* in comune di San Felice sul Panaro e l'esistente *Circonvallazione* dell'abitato del suddetto comune. Gli assi progettuali inseriti nell'intervento sono: asse C07-A, C07-B, C07-C, C07-D e C07-1-S;
2. Realizzazione di un tratto di viabilità di collegamento, con caratteristica di Categoria C2 tra la suddetta rotatoria "C07-1" e la rotatoria "C07-2" posta sull'asse della *Via la Venezia*, che costituisce il prolungamento dell'esistente Circonvallazione di San Felice sul Panaro. L'asse progettuale inserito nell'intervento è: asse C07-D;
3. Nuova rotatoria "C07-2" a raso, posizionata sull'asse della *Via La Venezia* collegante la stessa con i tratti di viabilità di cui al precedente punto 2 e al successivo punto 4. Gli assi progettuali inseriti nell'intervento sono: asse C07-D, C07-E, C07-F, C07-G e C07-2-T;
4. Realizzazione di un tratto di viabilità di collegamento, con caratteristica di Categoria C2 tra la rotatoria "C07-2" e la rotatoria "C07-3". L'asse progettuale inserito nell'intervento è: asse C07-G;
5. Nuova rotatoria "C07-R3" a raso, collegante la nuova viabilità da realizzarsi prevista nel precedente punto 4 e al successivo punto 6 con una nuova viabilità a *Variante della S.P. 468 di Correggio*. Gli assi progettuali inseriti nell'intervento sono: asse C07-G, C07-H, C07-L e C07-5-U;
6. Realizzazione di un tratto di viabilità di collegamento, con caratteristica di Categoria C2 tra la rotatoria "C07-3" e la rotatoria "C07-4". L'asse progettuale inserito nell'intervento è: asse C07-L;

7. Nuova rotatoria “C07-4” a raso, in asse alla *Via Grande* collegante la stessa con nuove viabilità da realizzarsi previsti nel precedente punto 6 e nel successivo punto 8. Gli assi progettuali inseriti nell'intervento sono: asse C07-L, C07-M, C07-N, C07-O e C07-4-V;
8. Realizzazione di un tratto di viabilità di collegamento, con caratteristica di Categoria C2 tra la rotatoria “C07-4” e la rotatoria “C07-6”. L'asse progettuale inserito nell'intervento è: asse C07-O;
9. Nuova rotatoria “C07-6” a raso, in asse alla *Via Scala* collegante la stessa con nuove viabilità da realizzarsi previsti nel precedente punto 8 e nel successivo punto 10. Gli assi progettuali inseriti nell'intervento sono: asse C07-O, C07-P, C07-Q, C07-R e C07-6-W;

Realizzazione di un tratto di viabilità di collegamento, con caratteristica di Categoria C2 tra la rotatoria “C07-6” sino alla rotatoria di collegamento al casello di san Felice sul Panaro e alla viabilità prevista nella WBE V27. L'asse progettuale inserito nell'intervento è: asse C07-R;

Realizzazione di un tratto di viabilità di collegamento, con caratteristica di Categoria C2 tra la rotatoria “C07-3” e la rotatoria “C07-5 a variante della *S.P.468 di Correggio*”. L'asse progettuale inserito nell'intervento è: asse C07-H;

10. Nuova rotatoria “C07-R5” a raso, in asse alla *S.P.468 per Correggio* collegante la stessa con nuove viabilità a variante della stessa strada realizzata in asse con l'attuale sede della *S.P.468* e collegata con la variante alla *S.P.468 per Modena*. Gli assi progettuali inseriti nell'intervento sono: asse C07-H, C07-J, C07-K, C07-I e C07-5-Y.

In relazione ai punti fissi definiti dalle rotatorie citate è possibile individuare i diversi assi stradali che concorrono a formare il sistema viario del “*Collegamento allo svincolo di San Felice sul Panaro – Finale Emilia*”.

Di seguito viene fatta una breve descrizione dell'intervento.

Viabilità di collegamento tra la Circonvallazione di San Felice sul Panaro e lo svincolo di San Felice sul Panaro - Finale Emilia (C-07)

L'intervento è volto alla realizzazione di un collegamento diretto tra la l'esistente circonvallazione di San Felice sul Panaro e l'autostazione di S.Felice sul Panaro – Finale Emilia.

Il tracciato ha origine poco prima dell'intersezione del tratto esistente della circonvallazione di San Felice sul Panaro con la via Tassi, si sviluppa in direzione Est parallelamente al sedime autostradale per una lunghezza di 3069,34 m, sino ad innestarsi nella rotatoria di collegamento all'autostazione.

Nel corso del suo sviluppo, la nuova viabilità è raccorda mediante cinque intersezioni a rotatoria con le realtà antropiche adiacenti.

Assi A, B, C e S

L'asse A ha origine circa 200 metri a monte della nuova intersezione a "rotatoria" con la Via Tassi prevista nell'intervento in oggetto, raccordandosi con l'esistente tangenziale di San Felice sul Panaro. Gli assi B e C sono invece brevi tratti di una lunghezza stimabile pari a circa 50 m ognuno, di raccordo della nuova intersezione con la viabilità esistente. L'asse S costituisce l'asse della nuova rotatoria. Questi assi si collocano a livello del piano stradale esistente che è posto a circa 50-70 cm rispetto al piano campagna.

#### Asse D

Il tracciato si sviluppa verso est mediante l'asse D e una volta superata la Via Tassi, circa 60 m ad est, inizia un'ampia curva verso sud di raggio di 1200 m dotata di raccordi clotoïdali simmetrici di parametro 400 e della lunghezza di 133 m. all'uscita di questa curva il tracciato prosegue in rettilineo sino all'intersezione a "rotatoria" con la Via La Venezia. Il tracciato si colloca completamente in rilevato. Dalla rotatoria sulla via Tassi si mantiene orizzontale per circa 203 m per poi scendere con una contenuta pendenza pari allo 0,841% per un tratto di circa 109 m per poi affrontare una leggerissima ascesa con pendenza pari 0,035% per un tratto di 260 m andandosi infine a raccordare con la rotatoria sulla via La Venezia con un'ascesa al 1,045% per un tratto di 63 m circa. Altimetricamente la livelletta si mantiene ad una quota tra i 50 cm ed il metro con alcune eccezioni in prossimità del primo cambio di livelletta.

#### Assi E, F e T

Gli assi E ed F costituiscono i raccordi tra la viabilità esistente e la nuova rotatoria sulla via La Venezia; l'asse T costituisce l'asse della nuova rotatoria. Questi assi si iniziano a livello del piano stradale esistente che è posto a circa 50-70 cm rispetto al piano campagna per raccordarsi con la quota dell'anello della nuova intersezione che è posto ad una quota inferiore ad un metro dal piano di campagna.

#### Asse G

Dall'intersezione a rotatoria con la via La Venezia, il tracciato prosegue sempre in direzione Est tramite l'asse G andando a raggiungere, con andamento rettilineo per circa 510 m, una nuova intersezione a rotatoria dalla quale si origina un ramo in direzione Sud che costituirà un collegamento diretto con la S.P. n°468 di "Correggio" e con il tratto in variante della medesima Strada Provinciale per il collegamento con Modena. Il tracciato si colloca interamente in rilevato. Dalla rotatoria sulla via La Venezia il tracciato discende leggermente con una pendenza pari allo 0,059% per circa 339 m per poi raggiungere la nuova intersezione a rotatoria con la viabilità in variante alla S.P.468 di Correggio accentuando leggermente la pendenza in discesa che raggiunge lo 0,280%.

#### Assi H e U

L'asse H costituisce il tracciato che collega la nuova viabilità in direzione ovest-est e la SP.468 "di Correggio e la variante alla stessa in direzione di Modena. L'asse U costituisce l'asse dell'intersezione a rotatoria che collega la nuova viabilità che tra la tangenziale di San Felice sul Panaro con la Nuova Autostazione di San Felice Sul Panaro – Finale Emilia con l'asse H. l'asse H si origina dalla suddetta intersezione a rotatoria e si sviluppa in direzione sud con un rettilineo di circa 332 metri per poi piegare leggermente verso ovest con una curva di raggio di 640 m dotata di raccordi clotoïdali simmetrici di

parametro 213,30 e della lunghezza di 71,09 m. il tracciato si colloca interamente in rilevato. Per quanto riguarda l'andamento altimetrico, l'asse H di mantiene orizzontale per circa 106 m per poi scendere con una livelletta con pendenza pari allo 0,340% per circa 156 m. Con un nuovo cambio di pendenza, la liveletta risale per 92 m. con una pendenza dello 0,434% pendenza che diminuisce allo 0,175% nel tratto finale di 148 m. che porta all'intersezione a rotatoria con la S.P. 468 "di Correggio" e la sua variante per Modena. Altimetricamente il tracciato si mantiene ad una quota compresa tra i 50 e 70 cm rispetto al piano di campagna con la sola eccezione di un breve tratto in prossimità del terzo cambio di livelletta dove la quota rispetto al piano di campagna è pari a circa 1 m.

#### Assi K, J, I e Y

Gli assi K, J ed I costituiscono i raccordi tra la viabilità esistente e la nuova rotatoria sulla bretella di collegamento tra la nuova viabilità che tra la tangenziale di San Felice sul Panaro con la Nuova Autostazione di San Felice Sul Panaro – Finale Emilia con e l'esistenti S.P.468 "di Correggio" la variante alla suddetta Strada Provinciale per Modena; l'asse Y costituisce l'asse della nuova rotatoria. Questi assi si iniziano a livello del piano stradale esistente che è posto a circa 50-70 cm rispetto al piano campagna per raccordarsi con la quota dell'anello della nuova intersezione che è posto ad una quota inferiore ad un metro dal piano di campagna.

#### Asse L

Tornando all'asse principale, il tracciato prosegue in direzione Est con andamento rettilineo per circa 500 m che costituisce l'asse L sino ad incontrare un'intersezione a "rotatoria" con la S.P. n°9 via Imperiale. Il tracciato si colloca completamente in rilevato. Per quanto riguarda l'andamento altimetrico il tracciato, originandosi dall'intersezione a rotatoria descritta nel paragrafo relativo agli assi H ed U, sale per circa 137 m. con una pendenza pari allo 0,299% per poi discendere per circa 156 metri con una pendenza pari allo 0,582% per poi risalire nuovamente nel tratto che conduce alla rotatoria con la via Imperiale, con una minima pendenza pari allo 0,062% relativa agli ultimi 160 m. del tracciato. Altimetricamente il tracciato per i primi 140 m. si mantiene ad una quota rispetto al piano di campagna inferiore ai 50 cm quota che nel prosieguo si incrementa mantenendosi compresa nel tratto sino alla rotatoria sulla via Imperiale tra i 70 e i 120 cm.

#### Assi M, N e V

Gli assi M ed N costituiscono i raccordi tra la viabilità esistente e la nuova rotatoria sulla via Imperiale; l'asse V costituisce l'asse della nuova rotatoria. Questi assi si iniziano a livello del piano stradale esistente che è posto a circa 50-70 cm rispetto al piano campagna per raccordarsi con la quota dell'anello della nuova intersezione che è posto ad una quota inferiore ad un metro dal piano di campagna.

#### Asse O

L'asse O è posto tra le intersezioni a rotatoria sulla via Imperiale e sulla strada comunale Scala. Dopo un breve rettilineo di poco meno di 46 m., l'asse piega verso sud con una curva di 420 m di raggio compresa tra raccordi clotoïdali di parametro 148,90 della lunghezza di 52,79 m. per raggiungere, con un brevissimo rettilineo l'intersezione a "rotatoria" posta in asse con la S.C. Scala. Per quanto riguarda l'andamento

altimetrico il tracciato l'intero asse ha un andamento discendente con una leggerissima pendenza pari allo 0,393%. La quota rispetto al piano di campagna di questo asse è sempre inferiore al metro.

#### Assi P, Q e W

Gli assi P ed Q costituiscono i raccordi tra la viabilità esistente e la nuova rotatoria sulla strada comunale Scala; l'asse W costituisce l'asse della nuova rotatoria. Questi assi si iniziano a livello del piano stradale esistente che è posto a circa 50-70 cm rispetto al piano campagna per raccordarsi con la quota dell'anello della nuova intersezione che è posto ad una quota inferiore ad un metro dal piano di campagna.

#### Asse R

L'asse R costituisce il tratto finale dell'intervento descritto nella presente relazione. Superata l'intersezione con la strada comunale Scala, il tracciato procede rettilineo in direzione Est per circa 340 m prima di incontrare una curva in direzione Nord di raggio pari a 600 m interposta tra raccordi clotoïdali simmetrici, di parametro pari a 200 e di sviluppo 66,67 m., per poi riassumere un andamento rettilineo e raggiungere dopo complessivi 930 m. circa la rotatoria di collegamento all'autostazione di San Felice sul Panaro-Finale Emilia dove l'intervento in oggetto ha termine. Per quanto riguarda l'andamento altimetrico il tracciato per i 526 m. presenta un andamento discendente con una pendenza pari 0,215%, per poi risalire con una breve livelletta della lunghezza di 96 m con pendenza dell' 1,084%. Nei successivi 137 m. il tracciato si mantiene quasi orizzontale per poi risalire nel suo tratto finale con una pendenza dell'1,120% andando ad innestarsi nella rotatoria di collegamento alla nuova Autostazione. Le quote rispetto al piano di campagna che nei primi 800 metri sono, salvo rare eccezioni, inferiori ad un metro risalgono nel tratto finale sino a raggiungere valori compresi tra il metro e il metro e cinquanta.

La sezione stradale è di tipo C2 - strada extraurbana secondaria, prevista bidirezionale a 1 carreggiata della larghezza di 9,50 m; la piattaforma stradale è organizzata con due corsie di marcia di 3,50 m oltre due banchine da 1,25 m per parte. L'arginello in terra è previsto di 1,30 m per consentire la corretta installazione dei dispositivi di ritenuta quando richiesti dal quadro normativo vigente. Al piede del rilevato è previsto un fosso con duplice funzione di guardia ed evapotraspirazione.

Nei tratti in cui il rilevato è di altezza inferiore ad un metro sul piano campagna, la pendenza delle scarpate è prevista pari ad 2/3, il fosso laterale dovrà prevedere le stesse caratteristiche o sostituito da un collettore; in approccio alle intersezioni a raso questa configurazione permetterà l'omissione della barriera di sicurezza dando la richiesta distanza di visibilità; Le scarpate sono previste inerbite superficialmente stendendo una coltre di terreno vegetale spessa 30 cm. Per la formazione del rilevato è prevista la preparazione del piano di posa con la sostituzione della coltre erbosa di 20 cm (scotico) con materiale anticapillare, bonifica di spessore variabile mediante stabilizzazione a calce. Nei tratti in rilevato e in corrispondenza delle intersezioni a raso la sovrastruttura stradale prevede la seguente composizione.

## PARTICOLARE PAVIMENTAZIONE

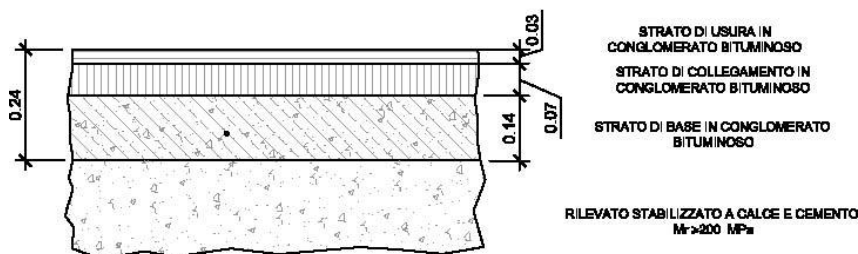


FIGURA 1-2 – COMPOSIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

### Caratteristiche geometriche e funzionali delle intersezioni a raso

Le intersezioni previste in progetto fra le viabilità di collegamento in raccordo alla viabilità locale sono risolte attraverso l'introduzione di intersezioni a raso a "rotatoria " con le caratteristiche geometriche di seguito specificate:

| TIPO ROTATORIA | INTERSEZIONI CON STRADE       | N° BRACCI | DIAMETR O (m) |
|----------------|-------------------------------|-----------|---------------|
| A              | Via Tassi                     | 4         | 47            |
| B              | Via La Venezia                | 4         | 47            |
| C              | Variante alla S.P.468         | 3         | 47            |
| D              | S.P.468 – variante per Modena | 4         | 47            |
| E              | S.P.9 Via Imperiale           | 4         | 47            |
| F              | Strada Comunale Scala         | 4         | 47            |

TABELLA – 1.1 - ELENCO DELLE ROTATORIE IN PROGETTO

Le rotatorie in progetto sono caratterizzate da un anello di circolazione costituito da un'unica corsia e da un anello non sormontabile con aiuola centrale sistemata a verde, di larghezza variabile in funzione del diametro della rotatoria. È prevista comunque la realizzazione delle banchine laterali di larghezza 0,50 m e dell'arginello esterno di larghezza 1.30 m, sul quale può eventualmente essere collocato il dispositivo di ritenuta. Le caratteristiche geometriche adottate per le rotatorie sono:

- anello di 7,00 metri di larghezza a una corsia (banchine comprese);
- ingressi con una corsia di marcia;
- uscite con una corsia di marcia;
- isole spartitraffico laterali sormontabili;
- isola centrale non valicabile a verde.

In particolare i valori assunti dai singoli elementi progettuali sono stati i seguenti:

| Parametro             | Annotazione | Valori adottati<br>diametro 47m |
|-----------------------|-------------|---------------------------------|
| Raggio esterno        | Rg          | 23.50 m                         |
| Larghezza anello      | La          | 7.00 m                          |
| Raggio interno        | Ri          | 16.50 m                         |
| Raggio entrata        | Re          | 20.00 m                         |
| Larghezza via entrata | Le          | 5.00 m                          |
| Raggio uscita         | Rs          | 30.00 m                         |
| Larghezza via uscita  | Ls          | 5.50 m                          |
| Fascia sormontabile   | Sf          | 0,00m                           |

TABELLA -1.1 - PARAMETRI ROTATORIE

Tali geometrie consentono velocità nell'anello ridotte allo scopo di garantire un'adeguata sicurezza della circolazione a tutte le tipologie di utenti della strada ed una migliore protezione degli utenti "deboli".

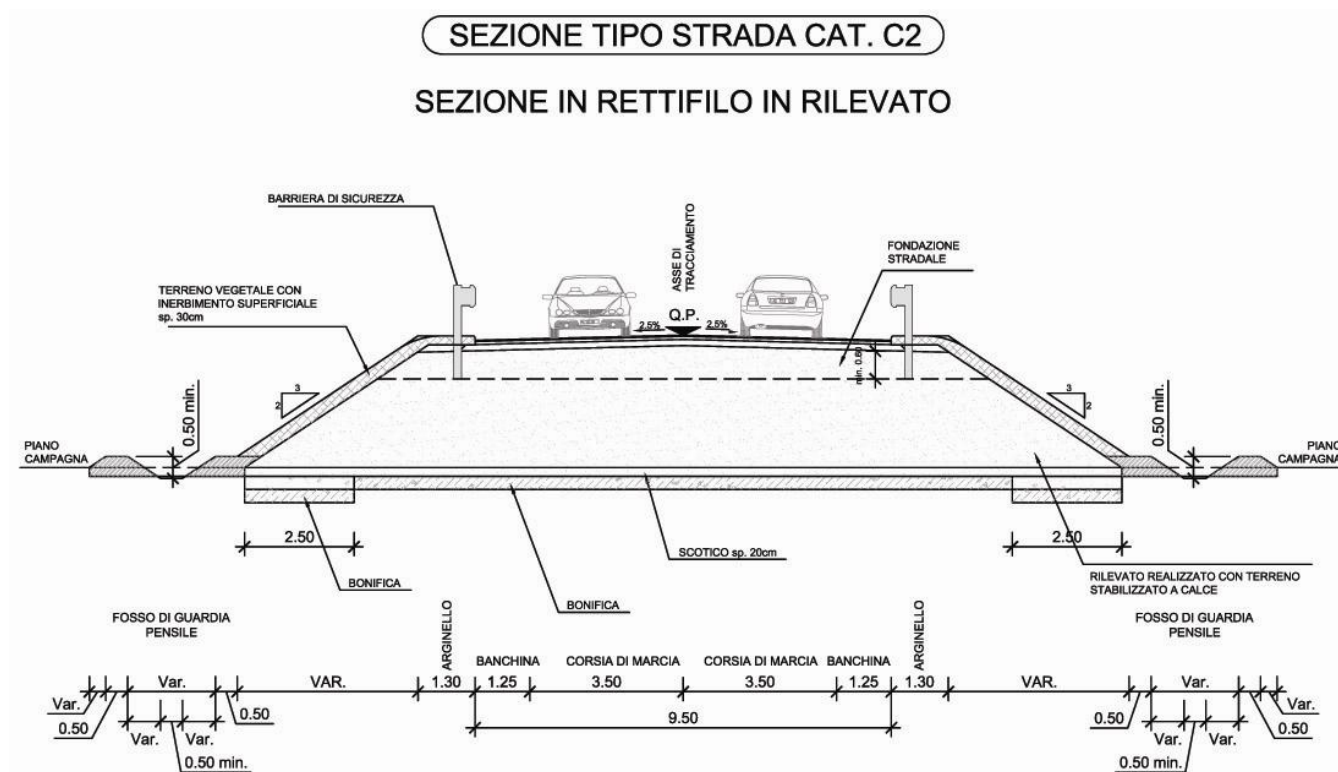
Le intersezioni a raso sono previste illuminate con pali lungo il contorno secondo le indicazioni riportate nella relazione specifica sugli impianti, al fine di non costituire un ostacolo in caso di svio di un veicolo verso il centro della rotatoria.



trattandosi di collegamenti di raccordo alle rotatorie con le viabilità comunali esistenti, sono state adottate delle piattaforme di categoria tipo F locali.

## Strade tipo C2:

La piattaforma risulta costituita da due corsie di marcia oltre a banchina per una larghezza totale esclusi gli elementi marginali pari a 9,50 m. La pendenza trasversale corrente è pari al 2,50% verso l'esterno per ciascuna corsia (**figura 2.1**).



**FIGURA 2-1 - ESEMPIO DI SEZIONE TIPO C2 IN RETTIFILO**

Le due corsie sono di larghezza pari a 3,50 m, la banchina è di larghezza pari a 1,25 m. Detti calibri sono stati mantenuti sia per le tratte in sede naturale che in sede artificiale (ponti e sottopassi).

Per i tratti in cui si prevede il posizionamento delle piazzole di sosta, la sezione pavimentata sarà allungata di 3,50 m, per complessivi 13,00 m: la sistemazione degli elementi marginali risulta analoga alla sezione corrente.

Il valore della piattaforma ed in particolare quello della banchina sopra indicati rappresentano la larghezza corrente della carreggiata; in alcuni punti del tracciato, a causa della composizione plano-altimetrica e della velocità di progetto, si è reso necessario operare allargamenti della sede stradale o degli elementi marginali al fine di garantire le visuali libere per l'arresto.

Tali allargamenti sono indicati nelle sezioni trasversali e opportunamente analizzati negli specifici elaborati relativi alle verifiche di tracciato.

Nei tratti in rilevato la piattaforma pavimentata è completata in destra e sinistra da arginelli in terra di larghezza pari a 1,30 m, rialzati di circa 10 cm dal piano del finito e delimitati lungo il ciglio strada da cordolo bituminoso. L'arginello ha la funzione di consentire l'inserimento delle barriere di sicurezza e degli elementi componenti il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma. Sempre in corrispondenza degli arginelli troveranno collocazione i pozzetti di ispezione per gli impianti tecnologici e, dove previste, ed i corpi illuminanti.

Le scarpate sono realizzate con pendenza 2/3: i primi 30 cm di terreno saranno di tipo vegetale al fine di facilitarne l'inerbimento delle scarpate.

#### Strade tipo F locali:

Nel caso di strada tipo F locali, la piattaforma risulta costituita da due corsie di marcia oltre alla banchina per una larghezza totale esclusi gli elementi marginali pari a:

Strada tipo F1 extraurbana (asse F):

- Larghezza totale della piattaforma: L= 9,00 m;
- Larghezza corsie: L= 3,50 m;
- Banchine pavimentate: L= 1,00 m;

Strada tipo F2 extraurbana (asse H):

- Larghezza totale della piattaforma: L= 8,50 m;
- Larghezza corsie: L= 3,25 m;
- Banchine pavimentate: L= 1,00 m;

Strada tipo F1 urbana (asse L):

- Larghezza totale della piattaforma: L= 6,50 m;
- Larghezza corsie: L= 2,75 m;
- Banchine pavimentate: L= 0,50 m;

Nei tratti in rilevato la piattaforma pavimentata è completata in destra e sinistra da arginelli in terra di larghezza pari a 1,05 m, rialzati di circa 10 cm dal piano del finito e delimitati lungo il ciglio strada da cordolo bituminoso. L'arginello ha la funzione di consentire l'inserimento delle barriere di sicurezza e degli elementi componenti il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma (**figura 2.2**).

## SEZIONE TIPO STRADA CAT. F2 EXTRAURBANA

### SEZIONE IN RETTIFILO IN RILEVATO H<1.00 m

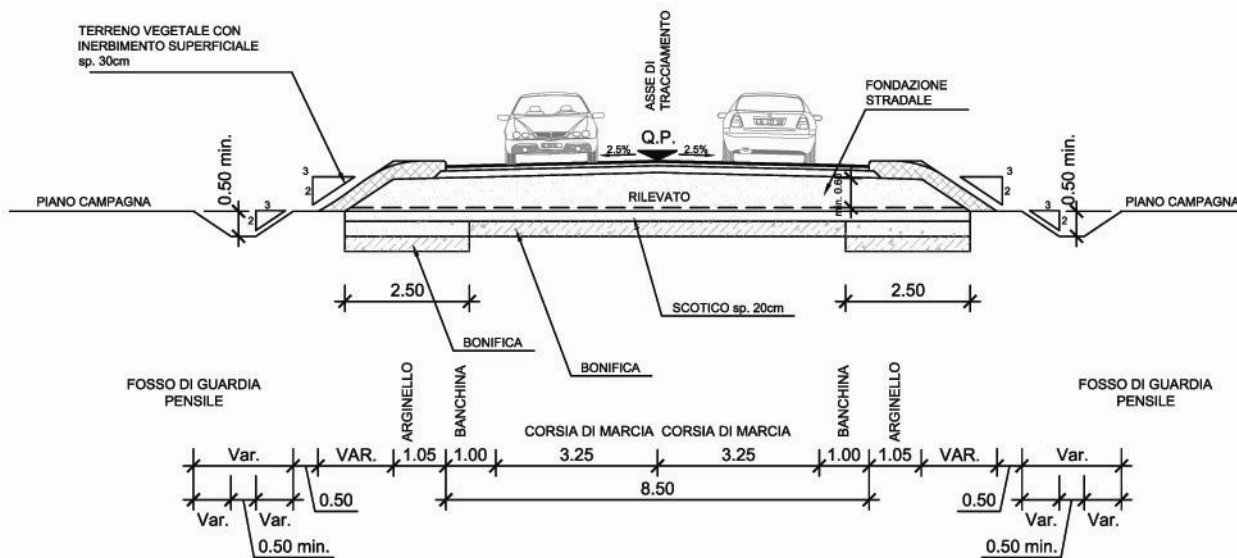


FIGURA 2-2 - ESEMPIO DI SEZIONE TIPO F LOCALE IN RETTIFILO

Le scarpate sono realizzate con pendenza 2/3: i primi 30 cm di terreno saranno di tipo vegetale al fine di facilitare l'inerbimento delle scarpate.

La raccolta delle acque avviene a seconda dei casi mediante caditoie carrabili o embrici. Il recapito finale è costituito dal fosso di guardia posizionato al piede del rilevato.

Per tutte le categorie di strada, il rilevato stradale viene realizzato su piano di posa preparato mediante scotico (sp= 20 cm) e bonifica (sp medio circa 30 cm) del terreno e successiva realizzazione di strato anticapillare avvolto di uno strato di geotessile.

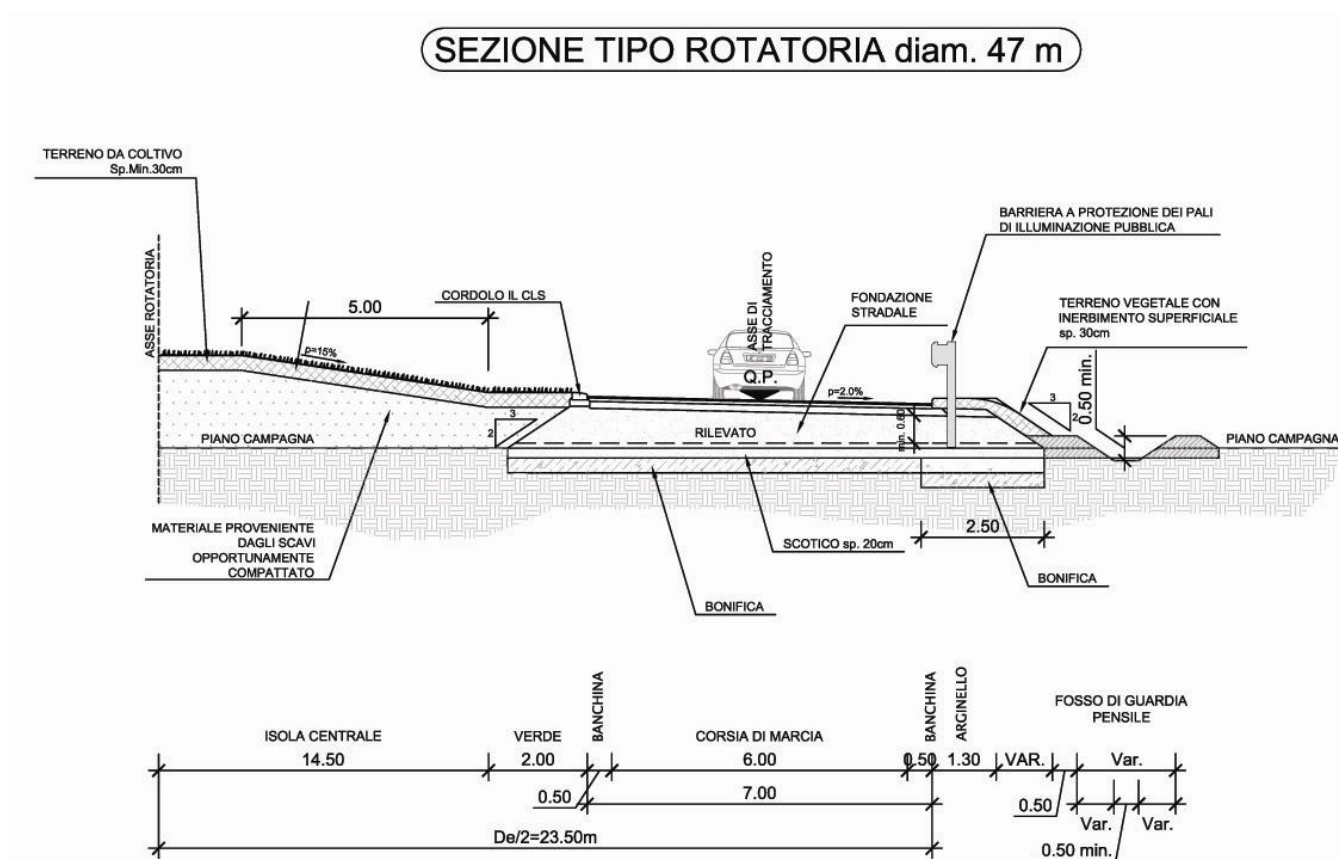
#### 2.1.1. Svincoli e roatorie

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di sei roatorie a raso delle quali cinque poste sull'asse principale della nuova viabilità di collegamento (C07-1, C07-2, C07-3, C07-4 e C07-6) e la sesta all'intersezione tra viabilità di collegamento tra la roatoria C07-3 e la S.P.n°468 di Correggio e la sua variante per Modena (C07-5).

Tutte le sei roatorie sono caratterizzate da raggio interno pari a 16,50 metri (Rest= 23,50 m), con piattaforma pavimentata avente larghezza pari a 7,00 m costituita da una corsia giratoria di 6,00 m affiancata da banchine in destra e sinistra pari a 0,50 metro. La pendenza trasversale corrente è pari al 2% verso l'esterno.

L'isola centrale sarà delimitata da cordoli in cls a sezione trapezia. La sistemazione a verde della stessa avverrà con terreno di riporto proveniente dagli scavi ed arredata per mezzo specie arboree ed arbustive per la cui definizione si rimanda agli elaborati specifici.

Lungo il perimetro esterno sono previsti elementi marginali analoghi a quelli adottati per il tracciato principale: costituiti da un arginello inerbito di larghezza pari a 1,30 metri. Le scarpate saranno realizzate con pendenza al 2/3 e rivestite da uno strato di terreno vegetale dello spessore di 30 cm (**figura 2.3**).



Per i rami di ingresso ed uscita delle rotatorie, la piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari rispettivamente a 5,00 m e 5,50 m così composta:

- Corsia in entrata L= 4,00 m;
- Corsia in uscita L= 4,50 m;
- Banchina in Sx L= 0,50 m;
- Banchina in Dx L= 0,50 m.

Gli elementi marginali rispettano quanto previsto per il rilevato e la trincea della viabilità principale.

## 2.2. ANDAMENTO PLANIMETRICO

Le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono gli assi stradali sono riportate negli allegati alla presente relazione.

## 2.3. ANDAMENTO ALTIMETRICO

Il profilo altimetrico è costituito da tratti a pendenza costante (livellette) collegati da raccordi verticali convessi e concavi. I raccordi altimetrici si distinguono in convessi e concavi e sono realizzati mediante archi di parabola quadratica ad asse verticale, il cui sviluppo (L) viene calcolato con la seguente espressione:

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

dove  $\Delta i$ , espressa in percentuale, è la variazione di pendenza fra le due livellette da raccordare e  $R_v$  è il raggio del cerchio osculatore, nel vertice della parabola.

Nelle tabelle a seguire vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse stradale.

### 1. Asse A

Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 0  | 0.0000      | 17.2947 | 0.0000   | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000     | 0.0000    | 0.0000       |
| 1  | 59.3552     | 17.2561 | 59.3552  | 55.8236       | -0.0650 | -0.0386    | 59.3552   | 55.8236      |
| 2  | 109.2891    | 17.4000 | 49.9339  | 46.4023       | 0.2882  | 0.1439     | 49.9341   | 46.4025      |

Raccordi verticali

| N° | TIPO | RAGGIO VERT. | $\Delta i$ (%) | SVILUPPO | PROGR. INIZIALE | PROGR. FINALE | PARZIALE RAC. | Vp (km/h) | RAGGIO MINIMO. |
|----|------|--------------|----------------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| 1  | Par  | 2000.0000    | 0.3532         | 7.0631   | 55.8236         | 62.8868       | 7.0631        | 78.2593   | 787.6176       |

### 2. Asse D

Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 1  | 23.5000     | 17.4000 | 7.0000   | 7.0000        | -2.0000 | -0.140     | 7.0014    | 7.0014       |
| 2  | 226.3135    | 17.4000 | 202.8135 | 197.2047      | 0.0000  | 0.0000     | 202.8135  | 197.2047     |
| 3  | 333.2883    | 16.8000 | 106.9748 | 96.5608       | -0.5609 | -0.600     | 106.9765  | 96.5624      |

|   |          |         |          |          |         |        |          |          |
|---|----------|---------|----------|----------|---------|--------|----------|----------|
| 4 | 593.3518 | 16.5910 | 260.0635 | 246.2676 | -0.0804 | -0.209 | 260.0636 | 246.2677 |
| 5 | 673.8432 | 17.2500 | 80.4914  | 71.5007  | 0.8187  | 0.6590 | 80.4941  | 71.5031  |

#### Raccordi verticali

| N° | TIPO | RAGGIO VERT. | Di (%)  | SVILUPPO | PROGR. INIZIALE | PROGR. FINALE | PARZIALE RAC. | Vp (km/h) | RAGGIO MINIMO. |
|----|------|--------------|---------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| 1  | Par  | 2000.0000    | -0.5609 | 11.2177  | 220.7047        | 231.9223      | 11.2176       | 100.0000  | 1286.0082      |
| 2  | Par  | 2000.0000    | 0.4805  | 9.6104   | 328.4831        | 338.0935      | 9.6104        | 100.0000  | 1286.0082      |
| 3  | Par  | 2000.0000    | 0.8991  | 17.9816  | 584.3611        | 602.3425      | 17.9814       | 100.0000  | 1286.0082      |

### 3. Asse G

#### Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 1  | 23.5000     | 17.2500 | 7.0000   | 7.0000        | -2.0000 | -0.140     | 7.0014    | 7.0014       |
| 2  | 250.0000    | 17.1000 | 226.5000 | 215.4112      | -0.0662 | -0.150     | 226.5001  | 215.4113     |
| 3  | 486.9738    | 17.6000 | 236.9738 | 225.8851      | 0.2110  | 0.5000     | 236.9743  | 225.8856     |

#### Raccordi verticali

| N° | TIPO | RAGGIO VERT. | Di (%) | SVILUPPO | PROGR. INIZIALE | PROGR. FINALE | PARZIALE RAC. | Vp (km/h) | RAGGIO MINIMO. |
|----|------|--------------|--------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| 1  | Par  | 8000.0000    | 0.2772 | 22.1775  | 238.9112        | 261.0888      | 22.1775       | 100.0000  | 1286.0082      |

### 4. Asse H

#### Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 1  | 23.5000     | 17.6000 | 7.0081   | 7.0081        | -1.9977 | -0.1400    | 7.0095    | 7.0095       |
| 2  | 129.3000    | 17.4000 | 105.8000 | 98.9828       | -0.1890 | -0.2000    | 105.8002  | 98.9829      |
| 3  | 293.9000    | 16.6400 | 164.6000 | 148.9541      | -0.4617 | -0.7600    | 164.6018  | 148.9557     |
| 4  | 386.0000    | 16.5400 | 92.1000  | 76.1721       | -0.1086 | -0.1000    | 92.1001   | 76.1721      |
| 5  | 534.2406    | 16.8000 | 148.2406 | 141.1414      | 0.1754  | 0.2600     | 148.2409  | 141.1417     |

#### Raccordi verticali

| N° | TIPO | RAGGIO VERT. | Di (%)  | SVILUPPO | PROGR. INIZIALE | PROGR. FINALE | PARZIALE RAC. | Vp (km/h) | RAGGIO MINIMO. |
|----|------|--------------|---------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| 1  | Par  | 5000.0000    | -0.2727 | 13.6346  | 122.4828        | 136.1172      | 13.6345       | 100.0000  | 1286.0082      |
| 2  | Par  | 5000.0000    | 0.3531  | 17.6575  | 285.0713        | 302.7287      | 17.6574       | 100.0000  | 1286.0082      |
| 3  | Par  | 5000.0000    | 0.2840  | 14.1984  | 378.9008        | 393.0992      | 14.1984       | 100.0000  | 1286.0082      |

### 5. Asse L

Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 1  | 23.5000     | 17.6000 | 7.0081   | 7.0081        | -1.9977 | -0.1400    | 7.0095    | 7.0095       |
| 2  | 172.0494    | 17.0982 | 148.5494 | 148.5494      | -0.3378 | -0.5018    | 148.5502  | 148.5502     |
| 3  | 180.0505    | 17.1089 | 8.0011   | 0.0000        | 0.1334  | 0.0107     | 8.0011    | 0.0000       |
| 4  | 316.3869    | 16.2000 | 136.3364 | 119.2221      | -0.6667 | -0.9089    | 136.3395  | 119.2248     |
| 5  | 476.6684    | 16.3000 | 160.2815 | 151.1683      | 0.0624  | 0.1000     | 160.2815  | 151.1683     |

Raccordi verticali

| N° | TIPO | RAGGIO VERT. | Di (%)  | SVILUPPO | PROGR. INIZIALE | PROGR. FINALE | PARZIALE RAC. | Vp (km/h) | RAGGIO MINIMO. |
|----|------|--------------|---------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| 1  | Par  | 2000.0000    | -0.8001 | 16.0023  | 172.0494        | 188.0516      | 16.0022       | 100.0000  | 1286.0082      |
| 2  | Par  | 2500.0000    | 0.7291  | 18.2265  | 307.2737        | 325.5002      | 18.2264       | 100.0000  | 1286.0082      |

**6. Asse O**

Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 1  | 23.5084     | 16.3000 | 7.0081   | 7.0081        | -1.9977 | -0.1400    | 7.0095    | 7.0095       |
| 2  | 226.8475    | 15.5000 | 203.3391 | 203.3391      | -0.3934 | -0.8000    | 203.3407  | 203.3407     |

**7. Asse R**

Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 1  | 23.4925     | 15.5000 | 7.0081   | 7.0081        | -1.9977 | -0.1400    | 7.0095    | 7.0095       |
| 2  | 550.0000    | 14.5700 | 526.5075 | 520.2033      | -0.1766 | -0.9300    | 526.5084  | 520.2041     |
| 3  | 645.0000    | 15.6000 | 95.0000  | 82.5884       | 1.0842  | 1.0300     | 95.0056   | 82.5932      |
| 4  | 781.7917    | 15.4122 | 136.7917 | 127.6427      | -0.1373 | -0.1878    | 136.7919  | 127.6429     |
| 5  | 889.5870    | 15.9200 | 107.7953 | 104.7537      | 0.4711  | 0.5078     | 107.7964  | 104.7548     |

Raccordi verticali

| N° | TIPO | RAGGIO VERT. | Di (%)  | SVILUPPO | PROGR. INIZIALE | PROGR. FINALE | PARZIALE RAC. | Vp (km/h) | RAGGIO MINIMO. |
|----|------|--------------|---------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| 1  | Par  | 1500.0000    | 1.2608  | 18.9130  | 540.5437        | 559.4563      | 18.9127       | 100.0000  | 1286.0082      |
| 2  | Par  | 2700.0000    | -1.2215 | 32.9805  | 628.5100        | 661.4900      | 32.9799       | 100.0000  | 2677.6787      |
| 3  | Par  | 1500.0000    | 0.6083  | 9.1248   | 777.2293        | 786.3541      | 9.1248        | 100.0000  | 1286.0082      |

### 3. PROGETTAZIONE ASSI STRADALI

---

#### 3.1. INQUADRAMENTO NORMATIVO

---

Per quanto riguarda il quadro Normativo completo si rimanda al seguente elaborato:

**PD\_0\_000\_00000\_0\_GE\_KT\_01\_A Elenco delle Normative di riferimento.**

Prima di entrare nel dettaglio delle verifiche condotte nell'ambito della progettazione degli assi e bene fare comunque una premessa al quadro normativo applicato all'intervento.

Per i nuovi assi stradali il progetto è stato redatto nel pieno rispetto del D.M. del 5 Novembre 2001 n° 6792 *"Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"*.

Nel caso invece di tratti stradali configurabili come "riqualificazione e adeguamento di viabilità esistenti" il progetto è stato sviluppato coerentemente con quanto previsto dal DM n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" ed in attesa di una norma specifica per i progetti di adeguamento delle strade esistenti, prendendo a riferimento i criteri progettuali contenuti nella norma non cogente DM del 5.11.2001, prot. 6792 oltre al rapporto a carattere prenormativo "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti", bozza del 21 marzo 2006.

Nella definizione delle soluzioni progettuali particolare attenzione è stata rivolta a non modificare l'impostazione generale della Norma, cercando di conservare quelle disposizioni che possono avere implicazioni dirette sulla sicurezza stradale (ricependo quindi il principio ispiratore del "Nuovo codice della Strada" – contenuto nell' Art. 1 – secondo il quale "Le norme e i provvedimenti attuativi si ispirano al principio della sicurezza stradale, perseguendo gli obiettivi di una razionale gestione della mobilità, della protezione dell'ambiente e del risparmio energetico").

Pertanto, l'intero progetto di adeguamento della viabilità esistente è stato finalizzato al raggiungimento della piena congruenza con la citata normativa, cercando le soluzioni tecnico-geometriche che potessero garantire il raggiungimento di tale obiettivo.

In questa prospettiva, le scelte progettuali sono state ponderate sulla base di condizioni specifiche, quali il livello di urbanizzazione circostante, la sussistenza di problematiche geotecniche e strutturali, le eventuali ripercussioni di una modifica puntuale su porzioni estese di tracciato, l'esistenza di opere già predisposte o comunque compatibili con l'intervento di ampliamento.

In sintesi, per definire le modalità di adeguamento della sede esistente, sono stati adottati quindi i seguenti criteri:

1. minimizzare l'impatto con il sistema antropico attraversato e quindi con la viabilità e con gli insediamenti abitativi ed industriali preesistenti;
2. minimizzare le occupazioni di territorio, per ridurre l'impatto ambientale dovuto all'ampliamento autostradale;
3. utilizzare quanto più possibile la sede stradale e le opere d'arte esistenti, al fine di ridurre l'impatto ambientale ed economico degli interventi;
4. prevedere una esecuzione per fasi dei lavori che garantisca l'esercizio delle viabilità esistente durante i lavori.

Per la progettazione degli svincoli l'unico documento nazionale con valore prescrittivo è il Decreto Ministeriale 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", il quale ha introdotto i criteri di dimensionamento degli svincoli in funzione della tipologia di intersezione, della categoria stradale degli assi intersecanti e di altri parametri geometrici tipici della geometria stradale (raggi di curvatura, velocità di progetto, ecc.).

Fermo restando quanto detto sopra, il progetto di adeguamento delle strade esistenti e delle aree di svincolo è stato finalizzato al raggiungimento della piena congruenza con le citate normative, cercando le soluzioni tecnico-geometriche che potessero garantire il raggiungimento di tale obiettivo.

Le situazioni di non conformità sono state circoscritte ai casi in cui le condizioni al contorno (vincoli territoriali, condizioni legate alla sicurezza della circolazione, il rispetto di accordi presi con le Amministrazioni interessate dall'intervento) non hanno consentito la piena rispondenza alle citate normative.

Queste situazioni verranno evidenziate nel dettaglio nel corso delle analisi sulle geometrie dei tracciati stradali studiati ed opportunamente commentate e giustificate.

## 3.2. CRITERI PROGETTUALI PRINCIPALI

### 3.2.1. Caratteristiche planimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(a) *Raggio minimo delle curve planimetriche.*

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 05/11/2001 che risulta:

- pari a 118 metri nel caso di strade extraurbane secondarie TIPO C
- pari a 45 metri nel caso di strade extraurbane locali TIPO F

(b) *Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (L) che la precede:*

$$\begin{aligned} \text{per } L < 300 \text{ m} \quad R &\geq L \\ \text{per } L \geq 300 \text{ m} \quad R &\geq 400 \text{ m} \end{aligned}$$

(c) *Compatibilità tra i raggi di due curve successive.*

Nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve di raggio più piccolo si dovrà fare riferimento all'abaco estratto dalla norma e riportato in figura ;

(d) *Lunghezza massima dei rettifili:*

$$L_{\max} = 22 \cdot V_{p,\max}$$

dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità dei progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

(e) *Lunghezza minima dei rettifili.*

La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla tabella estratta dalla norma e riportata in tabella 2; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

| $V_p$<br>[km/h]   | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90  | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
|-------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $L_{\min}$<br>[m] | 30 | 40 | 50 | 65 | 90 | 115 | 150 | 190 | 250 | 300 | 360 |

TABELLA 2-1 – LUNGHEZZA MINIMA DEI RETTIFILI IN RELAZIONE ALLA VELOCITÀ

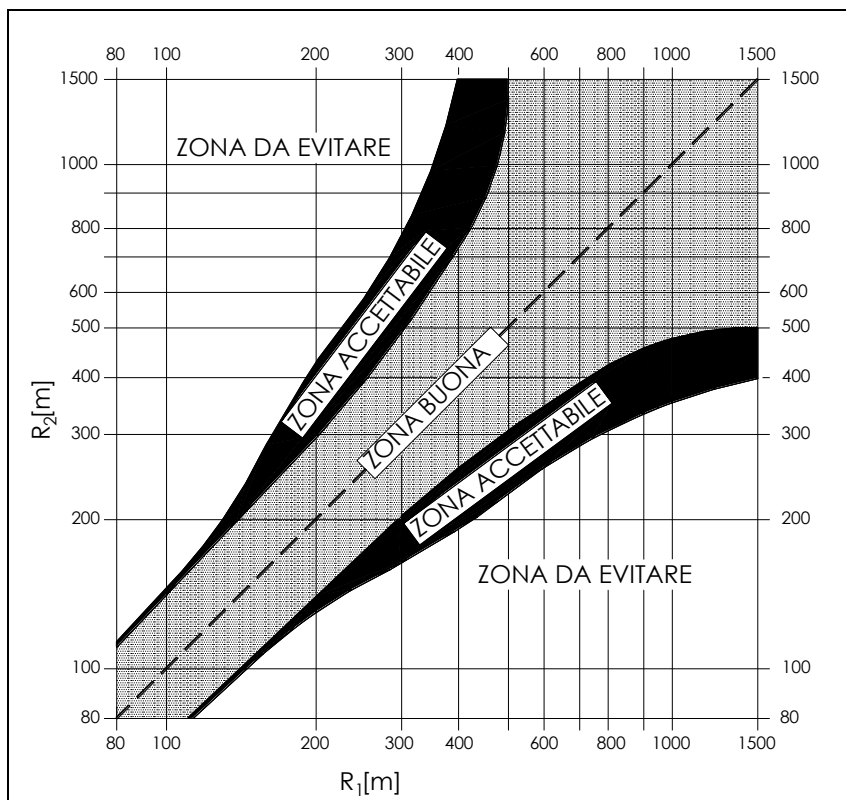


FIGURA 3-1 – ABACO DI KOPPEL (DM 05/ 11/01)

(f) *Congruenza del diagramma delle velocità.*

La norma prevede che per  $V_{p,max} \leq 100$  km/h (e quindi per strade tipo C e F) 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 (f1). Inoltre, fra due curve successive (nel caso di  $V_{p1} > V_{p2}$ ) tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h (f2).

La costruzione del diagramma di velocità lungo l'asse stradale è stata effettuata secondo quanto prescritto dal DM 05/11/2001 e di seguito riportato.

- La velocità è mantenuta costante lungo lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a  $R_{2,5}$ ;
- la velocità varia crescendo verso la velocità massima dell'intervallo di progetto lungo i rettili, le clotoidi e gli archi con raggio non inferiore a  $R_{2,5}$ ;
- Il valore di accelerazione e decelerazione è pari a 0,8 m/s<sup>2</sup>. Tale valore è stato mantenuto invariato anche per i tratti in approccio alle intersezioni con schema a rotatoria.
- In corrispondenza delle rotatorie si è assunta una velocità di percorrenza pari a 30 km/h;
- La pendenza longitudinale non influenza la velocità di progetto.

(g) *Lunghezza minima delle curve circolari.*

La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti deve essere percorsa per almeno 2.5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$L_{c,min}=2.5 \cdot v_P$$

con  $v_P$  in m/s ed  $L_{c,min}$  in m.

(h) *Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)*

Criterio 1 (Limitazione del contraccollo)

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

$$A_{min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{gvR \cdot (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

- c = contraccollo;
- v = massima velocità (m/s), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;
- $q_i$  = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;
- $q_f$  = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;
- g = accelerazione di gravità.

Ponendo  $c = \frac{14}{v(m/s)} = \frac{50.4}{V(km/h)}$  si ottiene:

$$A_{min} = \sqrt{\frac{v^4}{14} - \frac{gv^2R \cdot (q_f - q_i)}{14}} = \frac{v}{\sqrt{14}} \sqrt{v^2 - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

$$A_{min} = \frac{V}{3,6\sqrt{14}} \sqrt{\frac{V^2}{12,96} - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

Il DM 6792/2001 propone, in alternativa, di effettuare il calcolo con una formula approssimata che non tiene conto della componente dell'accelerazione centripeta compensata dalla variazione di pendenza trasversale. L'espressione per il calcolo di  $A_{min}$  diventa, in questo caso:

$$A_{min} = \frac{V^2}{12,96\sqrt{14}} = 0.0206125 \cdot V^2 \cong 0.021 \cdot V^2$$

Criterio 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali, che vanno raccordate longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

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

dove:

- $B_i$  = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;
- $i_{\max}$  (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano  $B_i$  dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;
- $q_i = \frac{i_{ci}}{100}$  dove  $i_{ci}$  = pendenza trasversale iniziale
- $q_f = \frac{i_{cf}}{100}$  con  $i_{cf}$  = pendenza trasversale finale
- $|q_i + q_f|$  è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

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

### Criterio 3 (Ottico)

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio deve essere verificata la relazione :

$$R/3 \leq A \leq R$$

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R_2/3 \leq A \leq R_1$$

dove  $R_1$  è il raggio minore ed  $R_2$  il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

Oltre ai criteri precedentemente descritti si è proceduto alla verifica del rapporto  $A_E/A_U$  delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e del rapporto  $A_1/A_2$  tra due clotoidi in un flesso asimmetrico, secondo quanto prescritto dal D.M. 5/11/2001:

$$2/3 \leq A_E/A_U \leq 3/2 \quad 2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

### 3.2.2. Caratteristiche altimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

- (i) *Pendenze longitudinali massime*

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo C (strade extraurbane secondarie), è pari al 7%.

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo F (strade extraurbane locali), è pari al 10%.

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

*(j) Raccordi verticali convessi*

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

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

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

- se invece D > L

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

dove:

- Rv = raggio del raccordo verticale convesso [m]
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento
- h1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]
- h2 = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma h1 = 1.10 m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone h2 = 0.10 m. In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia si pone h2 = 1.10 m.

*(k) Raccordi verticali concavi*

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (1 + D \cdot \sin g)}$$

se invece D > L

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

dove:

- $R_v$  = raggio del raccordo verticale concavo [m]
- $D$  = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m].
- $\Delta i$  = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento
- $h$  = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale
- $\vartheta$  = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

Si pone di norma  $h = 0.5$  m e  $\vartheta = 1^\circ$ .

La distanza di visibilità per il sorpasso è stata calcolata analogamente a quanto descritto per la verifica dei raccordi verticali convessi.

### 3.2.3. Analisi di visibilità

Per distanza di visuale libera (DVL) 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.

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM 05/11/2001, prot. N° 6792), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, nel caso di strade ad unica carreggiata, 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. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato.
- **Distanza di visibilità per la manovra di sorpasso**, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra completa di sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto.

La **verifica di visibilità per l'arresto** consiste nel confrontare le distanze di visuale libera per l'arresto (determinate lungo l'intero sviluppo del tracciato sia in corsia di sorpasso che in corsia di marcia lenta adottando un'altezza dell'occhio del guidatore a 1.10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo fisso di 0.10 m e collocando trasversalmente i punti di vista e di mira al centro della corsia) con le distanze di visuale libera per l'arresto calcolate in funzione del diagramma di velocità del tracciato ed del suo andamento altimetrico (variazione della pendenza longitudinale)

Il valore di aderenza adottato nel calcolo delle distanze di arresto è quello proposto dal D.M. 5/11/2001 (e precisati nello stesso testo della norma stessa, vedi anche Tabella 3), riferito a condizioni di strada bagnata.

| VELOCITA' (km/h) | 25   | 40   | 60   | 80   | 100  | 120  | 140 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $f_l$            | 0.45 | 0.43 | 0.35 | 0.30 | 0.25 | 0.21 | -   |

TABELLA 3 – DM 6792/2001, COEFFICIENTI DI ADERENZA IMPEGNABILE LONGITUDINALMENTE

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM 05/11/2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 10 metri) in funzione della velocità di progetto (secondo quanto specificato in precedenza) e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

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

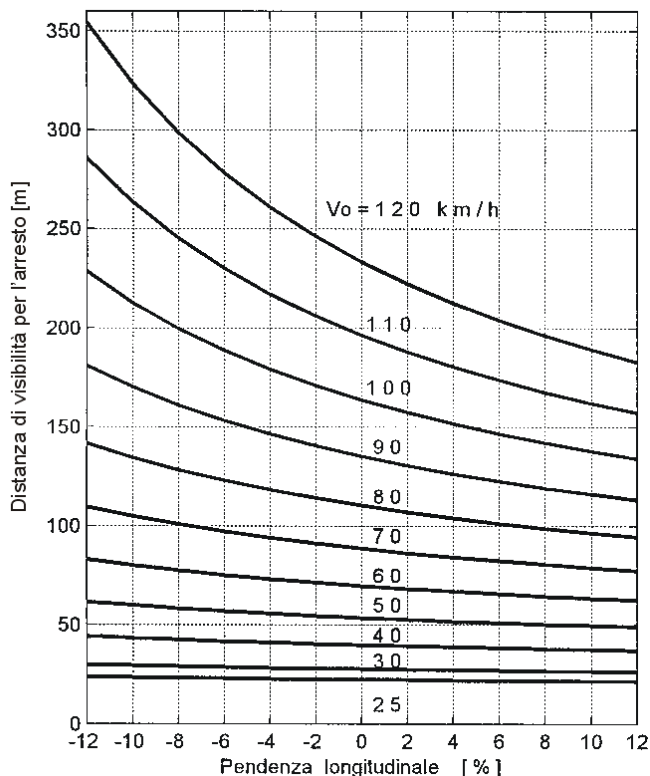
dove:

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

Per il tempo complessivo di reazione si sono assunti 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:

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

Il D.M. 5/11/2001 definisce un abaco di correlazione tra la pendenza longitudinale e la distanza di arresto valido in condizione di pendenza costante. Nei tratti di variabilità di detta pendenza, ovvero in corrispondenza dei raccordi verticali, è stato assunto per essa il valore medio, così come suggerito dalla stessa normativa.



La verifica di visibilità per il sorpasso è stata condotta confrontando le distanze di visuale libera per il sorpasso con le corrispondenti distanze visibilità lungo tutto il tracciato.

Le distanze di visuale libera per il sorpasso sono state determinate considerando l'ostacolo mobile collocato nella corsia opposta, con altezza pari a 1,10.

Per il calcolo delle distanze di visibilità è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.3. del DM 05/11/2001:

$$D_s = 20 \times v = 5,5V \quad [\text{m}]$$

dove:

- $v$  = velocità del veicolo in [m/s], op.  $V$  in [km/h], desunta puntualmente dal diagramma delle velocità ed attribuita uguale sia per il veicolo in fase di sorpasso che per il veicolo proveniente in senso opposto.

### 3.2.4. Rappresentazione dei risultati

I risultati delle analisi sono riportati in forma tabulare nel capitolo che segue ed in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto definitivo, nei quali sono riassunti, in funzione dello sviluppo longitudinale della strada, le seguenti informazioni:

- progressive;
- distanze ettometriche;
- andamento planimetrico;
- andamento altimetrico (profilo longitudinale);
- diagramma delle distanze di visuale libera e di visibilità per l'arresto e per il sorpasso per entrambi i sensi di marcia;
- diagramma delle velocità di progetto costruito secondo quanto prescritto dal D.M. 05/11/2001;
- rappresentazione grafica delle situazioni a norma (tratti in verde), fuori norma (tratti in rosso).

### **3.3. PROGETTAZIONE DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA**

---

#### **3.3.1. Intersezioni a rotatoria**

Nella progettazione delle intersezioni a rotatoria vengono applicate le norme contenute nel DM 19 Aprile 2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

#### **3.3.2. Tipologie**

Si considerano tre tipologie fondamentali di rotatorie in base al diametro della circonferenza esterna (limite della corona rotatoria, in riferimento alla Fig. 1):

- rotatorie convenzionali con diametro esterno compreso tra 40 e 50 m;
- rotatorie compatte con diametro esterno compreso tra i 25 e i 40 m;
- mini-rotatorie con diametro esterno compreso tra i 14 e i 25 m.

Per sistemazioni con "circolazione rotatoria", che non rientrano nelle tipologie su esposte il dimensionamento e la composizione geometrica debbono essere definiti con il principio dei tronchi di scambio tra due bracci contigui. In questi casi le immissioni devono essere organizzate con appositi dispositivi.

Un ulteriore elemento distintivo tra le tre tipologie fondamentali di attrezzatura rotatoria è rappresentato dalla sistemazione dell'isola circolare centrale, che può essere resa in parte transitabile per le manovre dei veicoli pesanti, nel caso di minirotatorie con diametro esterno compreso tra 25 e 18 m, mentre lo diventa completamente per quelle con diametro compreso fra 18 e 14 m; le rotatorie compatte sono invece caratterizzate da bordature non sormontabili dell'isola centrale.

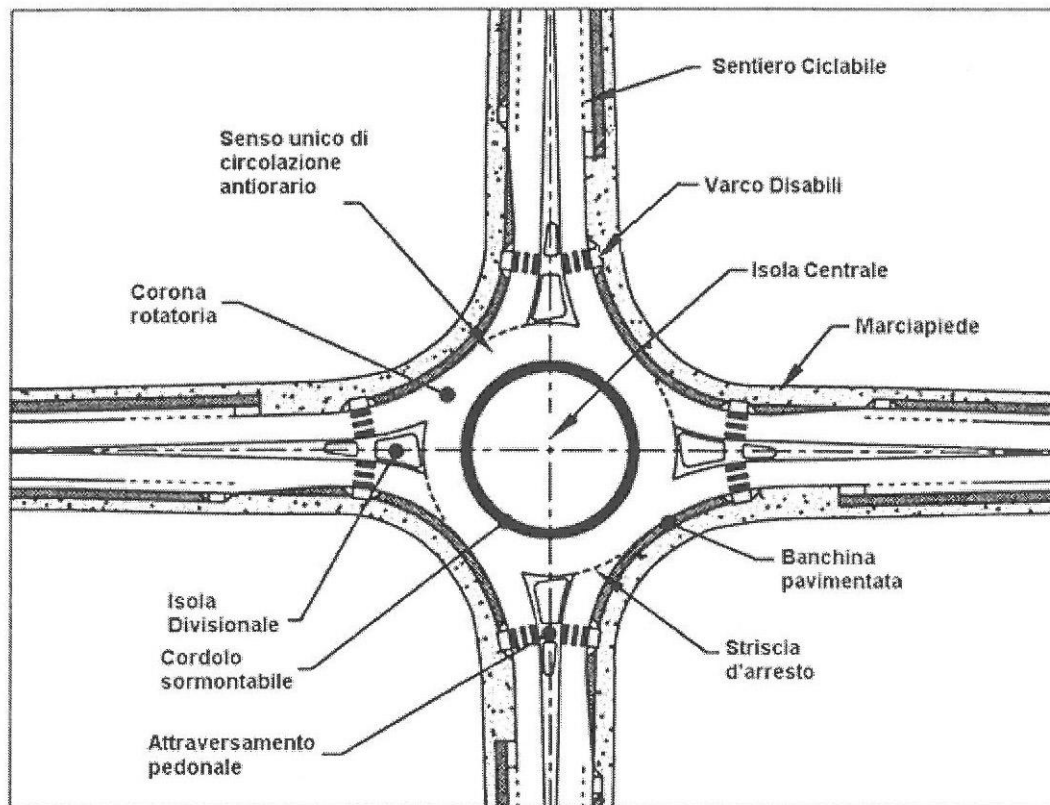


FIGURA 3.3.2.-1

In base alla classificazione riportata nel capitolo 3 del DM 19 Aprile 2006, in ambito extraurbano l'adozione di minirotonde viene limitata agli incroci di tipo F/F tra strade locali, mentre le rotonde compatte sono consentite per gli incroci tipo C/C, C/F e F/C.

Un'intersezione stradale risolta a rotonda va accompagnata da strumenti di regolazione della velocità nei rami di approccio, ipotizzando l'arresto del veicolo nei punti di ingresso, e sviluppando tutte le conseguenti verifiche di visibilità.

### 3.3.3. Larghezza delle corsie.

Con riferimento alla figura 1, si definiscono le larghezze degli elementi modulari delle rotonde, secondo quanto indicato nella Tabella 1.

| Elemento modulare                                                | Diametro esterno della rotonda (m) | Larghezza corsie (m) |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| Corsie nella corona rotatoria (*),<br>per ingressi ad una corsia | ≥ 40                               | 6,00                 |
|                                                                  | Compreso tra 25 e 40               | 7,00                 |
|                                                                  | Compreso tra 25 e 40               | 7,00 - 8,00          |
| Corsie nella corona rotatoria (*),                               | ≥ 40                               | 9,00                 |

|                                  |      |                                            |
|----------------------------------|------|--------------------------------------------|
| <i>per ingressi a più corsie</i> | < 40 | 8,50 - 9,00                                |
| <b>Bracci di ingresso (**)</b>   |      | 3,50 per una corsia<br>6,00 per due corsie |
| <b>Bracci di uscita (*)</b>      | < 25 | 4,00                                       |
|                                  | ≥ 25 | 4,50                                       |

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

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

### 3.3.4. Geometria delle rotatorie

Il criterio principale per definire la geometria delle rotatorie riguarda il controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo. Infatti, per impedire l'attraversamento di un'intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata, è necessario che i veicoli siano deviati dall'isola centrale.

La valutazione del valore della deviazione viene effettuata per mezzo dell'angolo di deviazione  $\beta$  (vedi Fig.2). Per determinare la tangente al ciglio dell'isola centrale corrispondente all'angolo di deviazione  $\beta$ , bisogna aggiungere al 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  $\beta$  di almeno  $45^\circ$

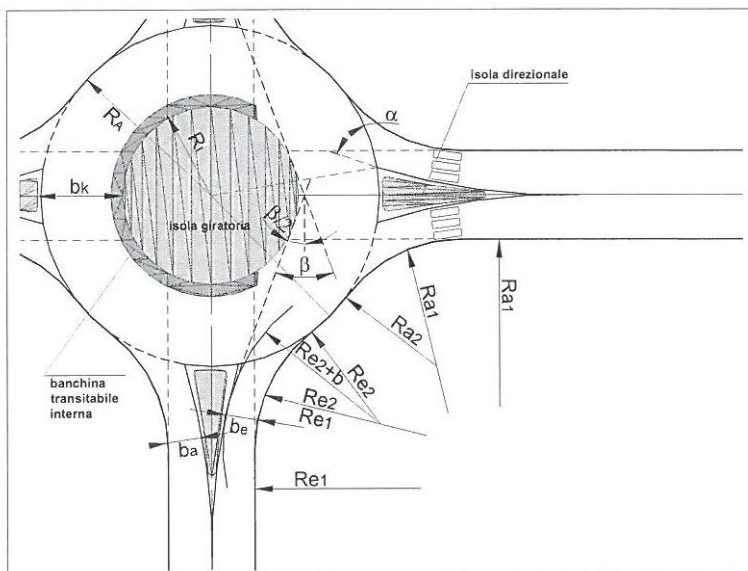


FIGURA 3.3.4-1 – ELEMENTI DI PROGETTO E TIPIZZAZIONE DELLE ROTATORIE

### **3.4. DISTANZA E VISIBILITÀ NELLE INTERSEZIONI A RASO.**

Al fine di garantire un regolare funzionamento delle intersezioni a raso, e come principio di carattere più generale, risulta opportuno procedere sempre ad una gerarchizzazione delle manovre in modo da articolare le varie correnti veicolari in principali e secondarie; ne consegue la necessità di introdurre segnali di precedenza e stop per ogni punto di conflitto, evitando di porre in essere situazioni di semplice precedenza a destra senza regolazione segnaletica.

Per le traiettorie prioritarie si devono mantenere all'interno dell'area di intersezione le medesime condizioni di visibilità previste dalla specifica normativa per le arterie stradali confluenti nei nodi; la presenza dell'intersezione non può di fatti costituire deroga agli standard usuali in rapporto alla visibilità del tracciato.

Per le manovre non prioritarie le verifiche vengono sviluppate secondo il criterio dei triangoli di visibilità relativi ai punti di conflitto di intersezione generati dalle correnti veicolari.

Il lato maggiore del triangolo di visibilità viene rappresentato dalla distanza di visibilità principale D, data dall'espressione:

$$D = v \times t$$

In cui:

v = velocità di riferimento [m/s], pari al valore della velocità di progetto caratteristica del tratto considerato o, in presenza di limiti impositivi di velocità, dal valore prescritto dalla segnaletica;

t = tempo di manovra pari a:

- In presenza di manovre regolate da precedenza: 12 s
- In presenza di manovre regolate da stop: 6 s

Tali valori vanno incrementati di un secondo per ogni punto percentuale di pendenza longitudinale del ramo secondario superiore al 2%.

Il lato minore del triangolo di visibilità sarà commisurato ad una distanza di 20 m dal ciglio della strada principale, per le intersezioni regolate da precedenza, e di 3 m dalla linea di arresto, per quelle regolate da Stop.

All'interno del triangolo di visibilità non devono esistere ostacoli alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli afferenti al punto di intersezione considerato. Si considerano ostacoli per la visibilità oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0,8 m.

Negli incroci a rotatoria, i conducenti che si approssimano alla rotatoria 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 3, posizionando l'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.

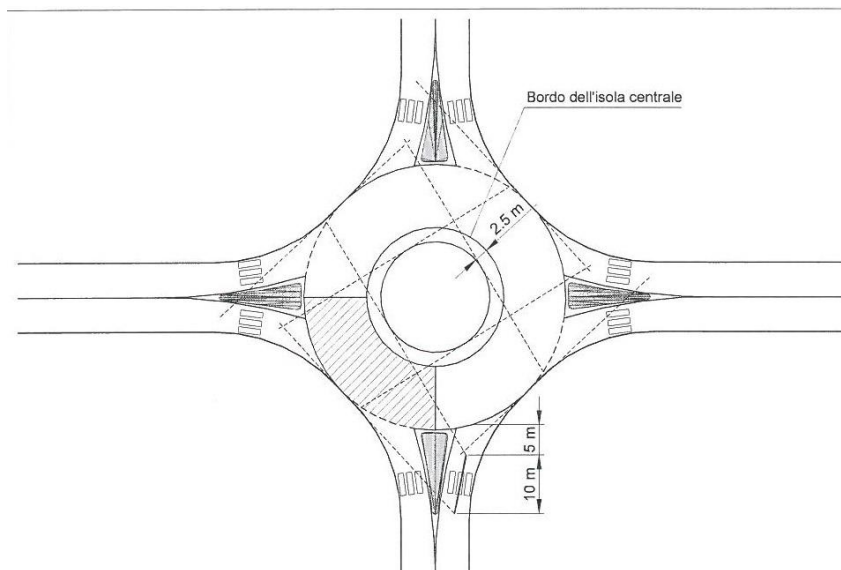


FIGURA 3.4-1 – CAMPI DI VISIBILITÀ IN UN INCROCIO A ROTATORIA.

## 4. RISULTATI DELLE VERIFICHE DI CONGRUENZA CON LE NORMATIVE DI RIFERIMENTO

### 4.1. ASSI STRADALI

Nel seguito si riportano i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 05/11/2001.

#### 4.1.1. Andamento planimetrico

I risultati di analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 05/11/2001 sono riassunti negli allegati alla presente relazione.

#### 4.1.2. Andamento altimetrico

La pendenza longitudinale delle livellette degli assi in esame risulta sempre inferiore al valore massimo indicato dalla normativa che prescrive per strade di categoria C – strade secondarie extraurbane di non superare la pendenza del 7% e per le strade di categoria F – strade extraurbane locali di non eccedere il 10%.

Nelle tabelle a seguire vengono riportati i risultati della verifica della distanza di visibilità per l'arresto per i raccordi verticali, effettuata con riferimento alla velocità desunta dal diagramma di velocità dell'asse stradale.

Risulta infatti che il valore del raggio del raccordo verticale è sempre maggiore a quello minimo imposto dalla normativa.

#### 1. Asse A

Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 0  | 0.0000      | 17.2947 | 0.0000   | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000     | 0.0000    | 0.0000       |
| 1  | 59.3552     | 17.2561 | 59.3552  | 55.8236       | -0.0650 | -0.0386    | 59.3552   | 55.8236      |
| 2  | 109.2891    | 17.4000 | 49.9339  | 46.4023       | 0.2882  | 0.1439     | 49.9341   | 46.4025      |

Raccordi verticali

| N° | TIPO | RAGGIO VERT. | Di (%) | SVILUPPO | PROGR. INIZIALE | PROGR. FINALE | PARZIALE RAC. | Vp (km/h) | RAGGIO MINIMO. |
|----|------|--------------|--------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| 1  | Par  | 2000.0000    | 0.3532 | 7.0631   | 55.8236         | 62.8868       | 7.0631        | 78.2593   | 787.6176       |

## 2. Asse D

Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 1  | 23.5000     | 17.4000 | 7.0000   | 7.0000        | -2.0000 | -0.140     | 7.0014    | 7.0014       |
| 2  | 226.3135    | 17.4000 | 202.8135 | 197.2047      | 0.0000  | 0.0000     | 202.8135  | 197.2047     |
| 3  | 333.2883    | 16.8000 | 106.9748 | 96.5608       | -0.5609 | -0.600     | 106.9765  | 96.5624      |
| 4  | 593.3518    | 16.5910 | 260.0635 | 246.2676      | -0.0804 | -0.209     | 260.0636  | 246.2677     |
| 5  | 673.8432    | 17.2500 | 80.4914  | 71.5007       | 0.8187  | 0.6590     | 80.4941   | 71.5031      |

Raccordi verticali

| N° | TIPO | RAGGIO VERT. | Di (%)  | SVILUPPO | PROGR. INIZIALE | PROGR. FINALE | PARZIALE RAC. | Vp (km/h) | RAGGIO MINIMO. |
|----|------|--------------|---------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| 1  | Par  | 2000.0000    | -0.5609 | 11.2177  | 220.7047        | 231.9223      | 11.2176       | 100.0000  | 1286.0082      |
| 2  | Par  | 2000.0000    | 0.4805  | 9.6104   | 328.4831        | 338.0935      | 9.6104        | 100.0000  | 1286.0082      |
| 3  | Par  | 2000.0000    | 0.8991  | 17.9816  | 584.3611        | 602.3425      | 17.9814       | 100.0000  | 1286.0082      |

## 3. Asse G

Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 1  | 23.5000     | 17.2500 | 7.0000   | 7.0000        | -2.0000 | -0.140     | 7.0014    | 7.0014       |
| 2  | 250.0000    | 17.1000 | 226.5000 | 215.4112      | -0.0662 | -0.150     | 226.5001  | 215.4113     |
| 3  | 486.9738    | 17.6000 | 236.9738 | 225.8851      | 0.2110  | 0.5000     | 236.9743  | 225.8856     |

Raccordi verticali

| N° | TIPO | RAGGIO VERT. | Di (%) | SVILUPPO | PROGR. INIZIALE | PROGR. FINALE | PARZIALE RAC. | Vp (km/h) | RAGGIO MINIMO. |
|----|------|--------------|--------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| 1  | Par  | 8000.0000    | 0.2772 | 22.1775  | 238.9112        | 261.0888      | 22.1775       | 100.0000  | 1286.0082      |

## 4. Asse H

Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 1  | 23.5000     | 17.6000 | 7.0081   | 7.0081        | -1.9977 | -0.1400    | 7.0095    | 7.0095       |
| 2  | 129.3000    | 17.4000 | 105.8000 | 98.9828       | -0.1890 | -0.2000    | 105.8002  | 98.9829      |
| 3  | 293.9000    | 16.6400 | 164.6000 | 148.9541      | -0.4617 | -0.7600    | 164.6018  | 148.9557     |
| 4  | 386.0000    | 16.5400 | 92.1000  | 76.1721       | -0.1086 | -0.1000    | 92.1001   | 76.1721      |
| 5  | 534.2406    | 16.8000 | 148.2406 | 141.1414      | 0.1754  | 0.2600     | 148.2409  | 141.1417     |

#### Raccordi verticali

| N° | TIPO | RAGGIO VERT. | Di (%)  | SVILUPPO | PROGR. INIZIALE | PROGR. FINALE | PARZIALE RAC. | Vp (km/h) | RAGGIO MINIMO. |
|----|------|--------------|---------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| 1  | Par  | 5000.0000    | -0.2727 | 13.6346  | 122.4828        | 136.1172      | 13.6345       | 100.0000  | 1286.0082      |
| 2  | Par  | 5000.0000    | 0.3531  | 17.6575  | 285.0713        | 302.7287      | 17.6574       | 100.0000  | 1286.0082      |
| 3  | Par  | 5000.0000    | 0.2840  | 14.1984  | 378.9008        | 393.0992      | 14.1984       | 100.0000  | 1286.0082      |

#### 5. Asse L

##### Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 1  | 23.5000     | 17.6000 | 7.0081   | 7.0081        | -1.9977 | -0.1400    | 7.0095    | 7.0095       |
| 2  | 172.0494    | 17.0982 | 148.5494 | 148.5494      | -0.3378 | -0.5018    | 148.5502  | 148.5502     |
| 3  | 180.0505    | 17.1089 | 8.0011   | 0.0000        | 0.1334  | 0.0107     | 8.0011    | 0.0000       |
| 4  | 316.3869    | 16.2000 | 136.3364 | 119.2221      | -0.6667 | -0.9089    | 136.3395  | 119.2248     |
| 5  | 476.6684    | 16.3000 | 160.2815 | 151.1683      | 0.0624  | 0.1000     | 160.2815  | 151.1683     |

#### Raccordi verticali

| N° | TIPO | RAGGIO VERT. | Di (%)  | SVILUPPO | PROGR. INIZIALE | PROGR. FINALE | PARZIALE RAC. | Vp (km/h) | RAGGIO MINIMO. |
|----|------|--------------|---------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| 1  | Par  | 2000.0000    | -0.8001 | 16.0023  | 172.0494        | 188.0516      | 16.0022       | 100.0000  | 1286.0082      |
| 2  | Par  | 2500.0000    | 0.7291  | 18.2265  | 307.2737        | 325.5002      | 18.2264       | 100.0000  | 1286.0082      |

#### 6. Asse O

##### Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 1  | 23.5084     | 16.3000 | 7.0081   | 7.0081        | -1.9977 | -0.1400    | 7.0095    | 7.0095       |
| 2  | 226.8475    | 15.5000 | 203.3391 | 203.3391      | -0.3934 | -0.8000    | 203.3407  | 203.3407     |

#### 7. Asse R

##### Livellette

| N° | PROGRESSIVA | QUOTA   | PARZIALE | PARZIALE RES. | I (%)   | DISLIVELLO | LUNGHEZZA | LUNGHEZZA R. |
|----|-------------|---------|----------|---------------|---------|------------|-----------|--------------|
| 1  | 23.4925     | 15.5000 | 7.0081   | 7.0081        | -1.9977 | -0.1400    | 7.0095    | 7.0095       |
| 2  | 550.0000    | 14.5700 | 526.5075 | 520.2033      | -0.1766 | -0.9300    | 526.5084  | 520.2041     |
| 3  | 645.0000    | 15.6000 | 95.0000  | 82.5884       | 1.0842  | 1.0300     | 95.0056   | 82.5932      |
| 4  | 781.7917    | 15.4122 | 136.7917 | 127.6427      | -0.1373 | -0.1878    | 136.7919  | 127.6429     |
| 5  | 889.5870    | 15.9200 | 107.7953 | 104.7537      | 0.4711  | 0.5078     | 107.7964  | 104.7548     |

#### Raccordi verticali

| N° | TIPO | RAGGIO VERT. | Di (%)  | SVILUPPO | PROGR. INIZIALE | PROGR. FINALE | PARZIALE RAC. | Vp (km/h) | RAGGIO MINIMO. |
|----|------|--------------|---------|----------|-----------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| 1  | Par  | 1500.0000    | 1.2608  | 18.9130  | 540.5437        | 559.4563      | 18.9127       | 100.0000  | 1286.0082      |
| 2  | Par  | 2700.0000    | -1.2215 | 32.9805  | 628.5100        | 661.4900      | 32.9799       | 100.0000  | 2677.6787      |
| 3  | Par  | 1500.0000    | 0.6083  | 9.1248   | 777.2293        | 786.3541      | 9.1248        | 100.0000  | 1286.0082      |

#### 4.1.3. Verifiche di visibilità

La definizione dell'asse stradale ha seguito un percorso iterativo di successivi affinamenti finalizzati all'ottimizzazione del progetto in relazione:

- Alla congruenza geometrica degli elementi componenti il tracciato, sia per quanto riguarda la loro successione, sia per gli aspetti cinematici che regolano le effettive velocità di percorrenza dell'asse;
- Alla verifica delle visuali libere, attraverso la definizione degli opportuni allargamenti in curva.

In pratica, si è proceduto prima ad uno studio per l'ottimizzazione della composizione degli elementi del tracciato in modo tale che fossero coordinati e compatibili con le velocità di progetto, successivamente si è proceduto all'analisi delle visuali libere confrontando le distanze minime da garantire lungo il tracciato in base al diagramma di velocità e all'andamento altimetrico, confrontate con quelle effettivamente disponibili e calcolate. La verifica da esisto positivo se la distanza minima calcolata è minore di quella disponibile. Di conseguenza sono state identificate le criticità di ostacolo e quindi definiti gli opportuni allargamenti della piattaforma stradale.

Questo processo è stato sviluppato per ogni curva del tracciato, su entrambe le direttrici di marcia.

La verifica delle visuali libere è stata sviluppata mediante l'utilizzo di un applicativo Autocad che, partendo da un modello 3D della strada, comprensivo degli ostacoli fissi limitanti la visibilità è in grado di stimare le distanze di visuali disponibili, valutando di fatto gli effetti combinati dell'andamento planimetrico e dell'altimetria del tracciato ai fini della percezione che l'utente ha della strada. Il programma traccia tutti i raggi di visione a partire dall'asse della singola corsia, arrestandole in corrispondenza del primo ostacolo incontrato, sia esso il pavimentato od un ostacolo posizionato marginalmente alla carreggiata. Di seguito, in base al diagramma di velocità ed all'andamento altimetrico, il programma calcola le relative distanze minime da garantire lungo il tracciato, che saranno confrontate con quelle effettivamente disponibili e calcolate secondo il procedimento grafico esposto prima.

In termini di visibilità planimetrica la distanza di visuale libera risulta quasi sempre compatibile con la distanza necessaria per l'arresto, ad eccezione della curve di raggio  $R = 250,00$  m in cui si reso necessario allargare la piattaforma stradale. I valori dell'allargamento sono riportati negli appositi elaborati di progetto ('PD\_0\_C07\_CCS07\_0\_SD\_FL\_01\_A "PROFILI LONGITUDINALI 1" e PD\_0\_C07\_CCS07\_0\_SD\_SZ\_01\_A "SEZIONI TRASVERSALI ASTA PRINCIPALE - QUADERNO")

Negli appositi elaborati grafici predisposti per le verifiche di ottemperanza al DM. 5/11/2001, sviluppati separatamente per le due corsie di marcia, vengono riportate le analisi di visuale libera svolte sulla configurazione di progetto che prevede già gli allargamenti in curva (vedi elaborato n° 'PD\_0\_C07\_CCS07\_0\_SD\_DV\_01\_A DIAGRAMMI DI VELOCITA' E VISIBILITA' ASTA PRINCIPALE ).

## 4.2. INTERSEZIONI A ROTATORIA

### 4.2.1. Verifica delle caratteristiche geometriche per le rotatorie

Il progetto prevede le seguenti rotatorie:

1. Rotatoria "C07-1" sul' intersezione con la Via Tassi; Rest= 23,50 m (nuova intersezione);
2. Rotatoria "C07-2" sull'intersezione con la via La Venezia Rest= 23,50 m (nuova intersezione);
3. Rotatoria "C07-3" di collegamento alla S.P.486; Rest= 23,50 m (nuova intersezione);
4. Rotatoria "C07-4" sull'intersezione con la S.P.468 e la sua variante per Modena (nuova intersezione);
5. Rotatoria "C07-5" sull'intersezione con la S.P.9 via Imperiale Rest= 23,50 m (nuova intersezione);
6. Rotatoria "C07-6" sull'intersezione con strada comunale Scala Rest= 23,50 m (nuova intersezione);

Tutte le rotatorie presentano una larghezza dell'anello giratorio pari a 7.00 m composto da due banchine da 0.50 m e una corsia di circolazione pari a 6.00 m.

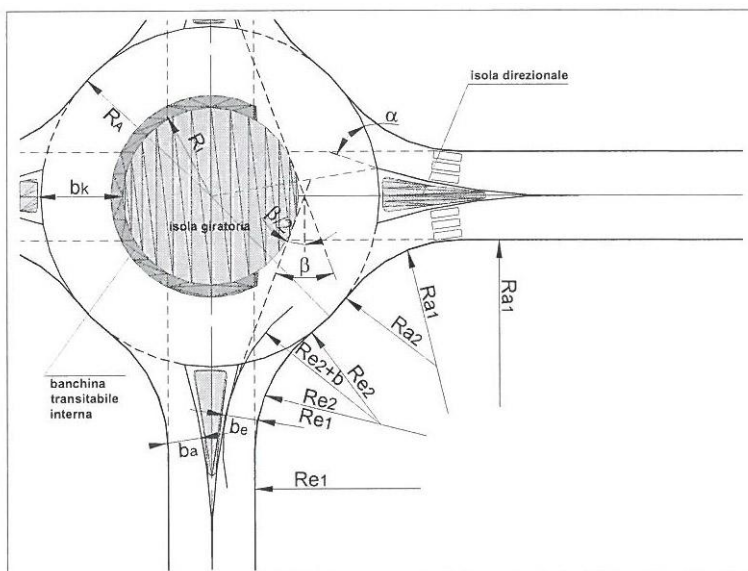


FIGURA 4.2.1-ELEMENTI DI PROGETTO DELLE ROTATORIE

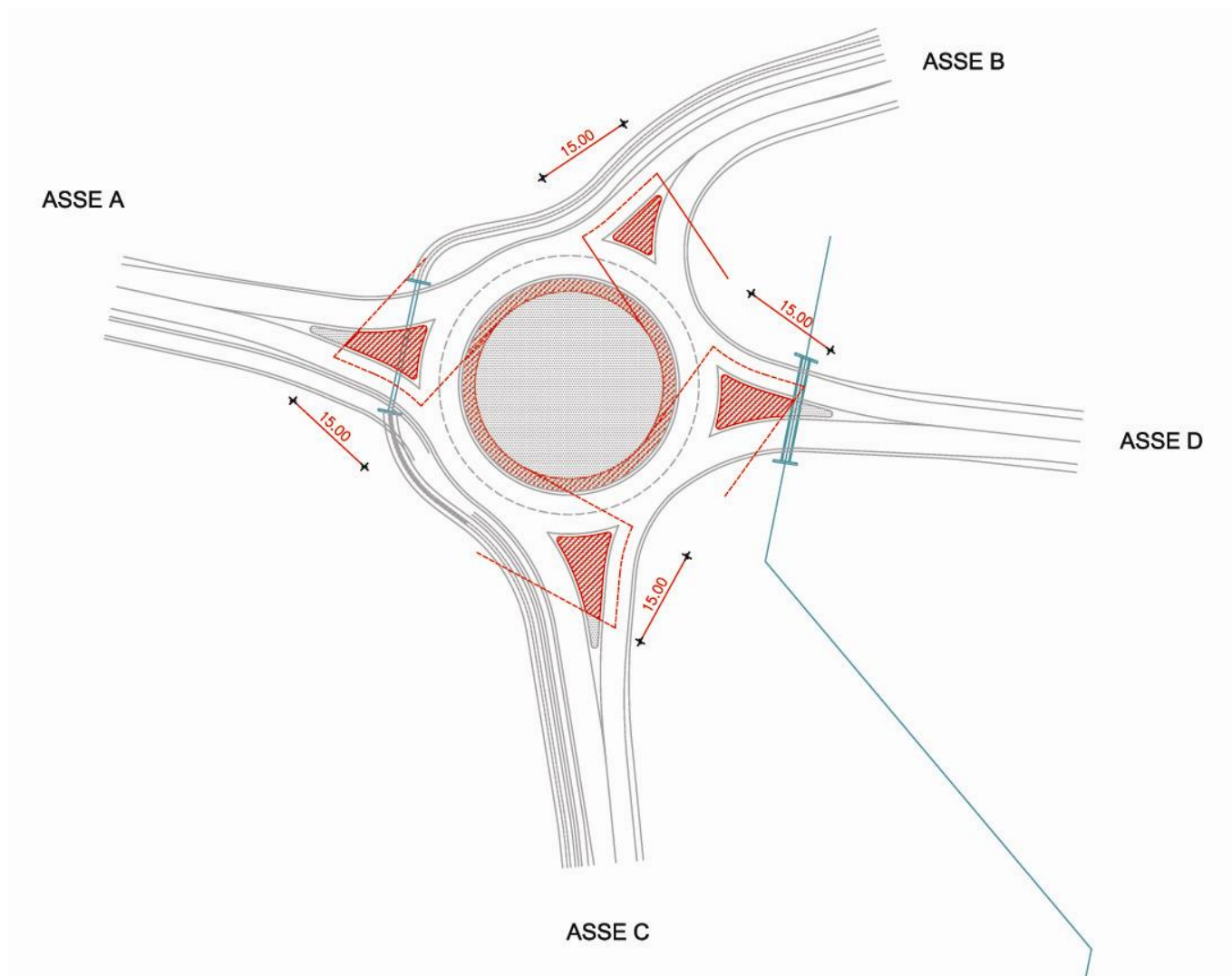
#### **4.2.2. Analisi delle Visibilità**

L'analisi delle visibilità relativa agli accessi alle rotatorie è stata sviluppata per fornire indicazioni progettuali sulle aree da mantenere libere da ostacoli al margine delle rotatorie stesse o nelle isole centrali. In particolare si devono adottare le seguenti prescrizioni:

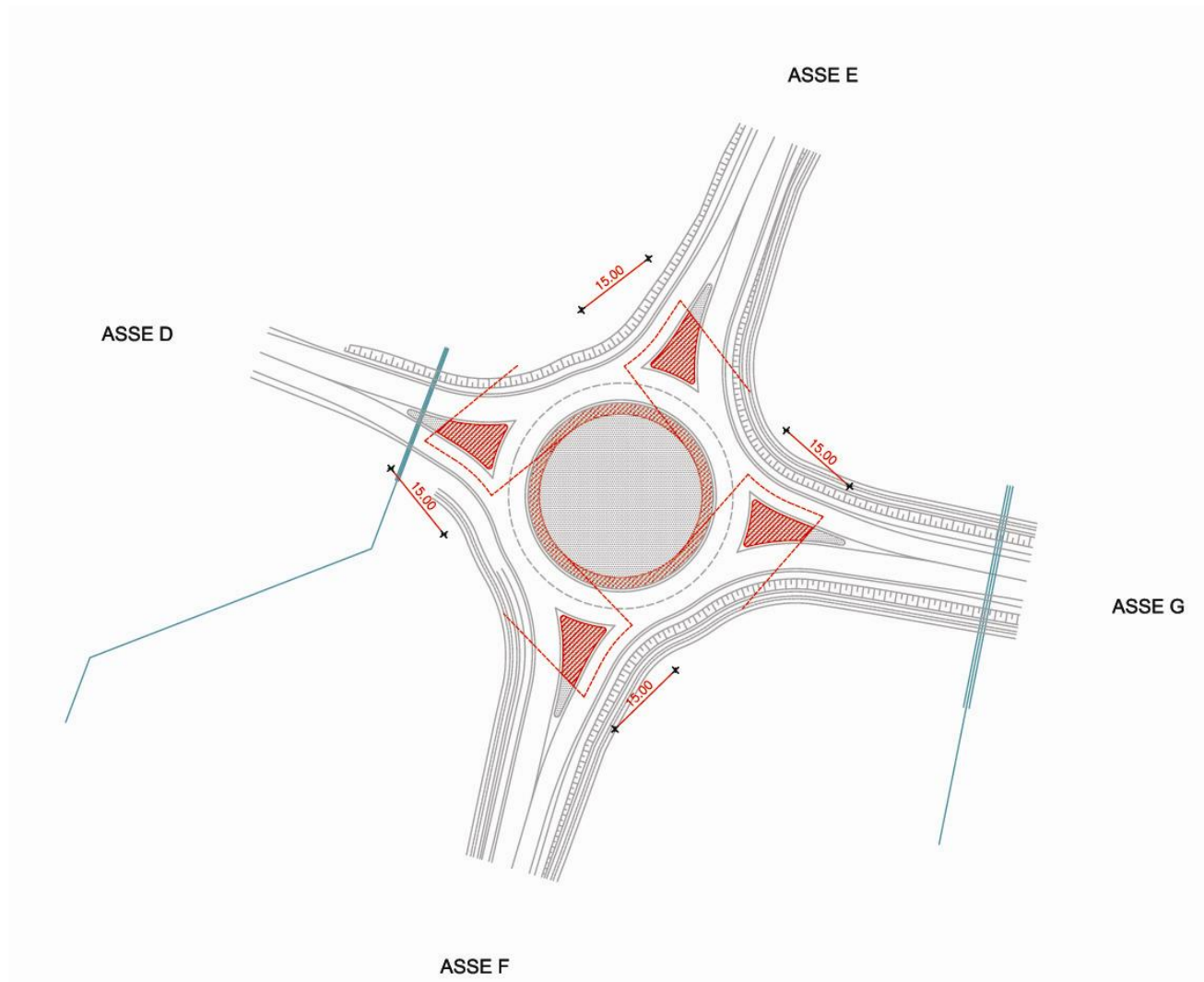
- Il punto di osservazione si pone ad una distanza di 15m dalla linea di arresto coincidente con il bordo della circonferenza esterna;
- la posizione planimetrica si pone sulla mezzeria della corsia di entrata in rotatoria (o delle corsie di entrata) e l'altezza di osservazione si colloca ad 1m sul piano viabile;
- la zona di cui è necessaria la visibilità completa corrisponde al quarto di corona giratoria posta alla sinistra del canale di accesso considerato.

Nella corona giratoria è stato previsto comunque di lasciare libera da ogni tipologia di ostacolo una fascia di larghezza pari a 2.0m misurata a partire dal bordo interno della corona sormontabile. Il risultato è rappresentato nelle figure riportate di seguito in cui sono rappresentate le superfici nelle quali non devono essere previsti ostacoli di altezza superiore ad 1.0m.

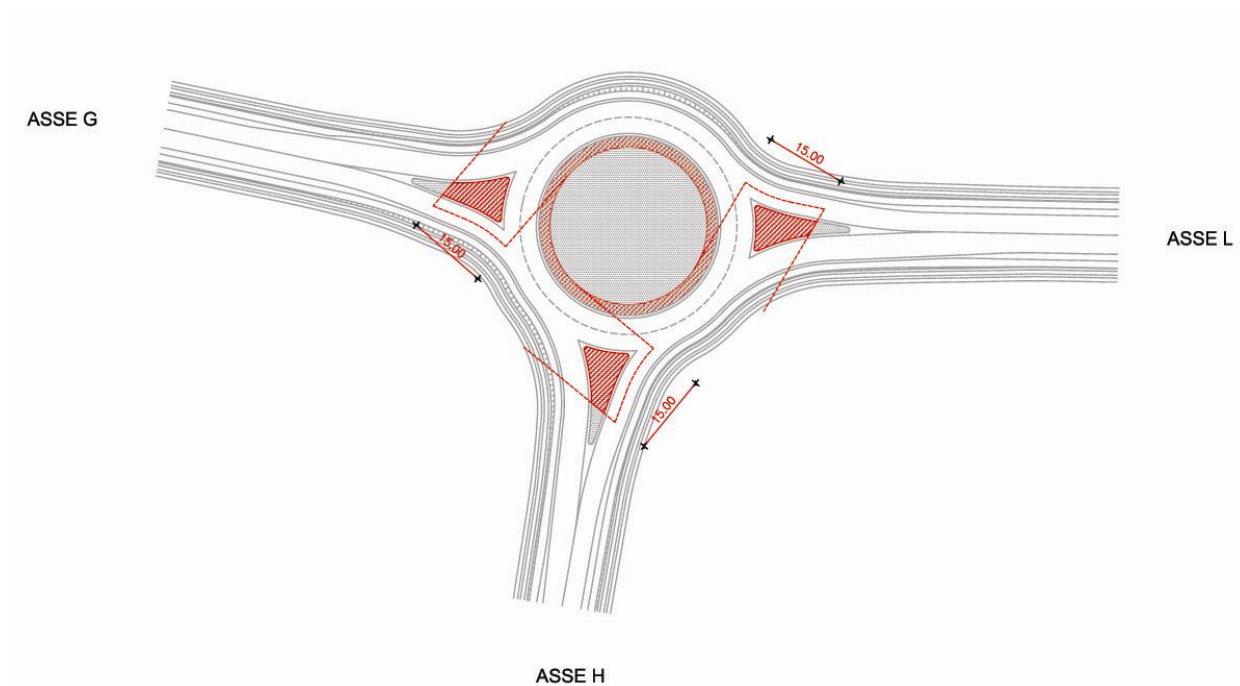
**Verifica visibilità Rotatoria “C07-1”:**



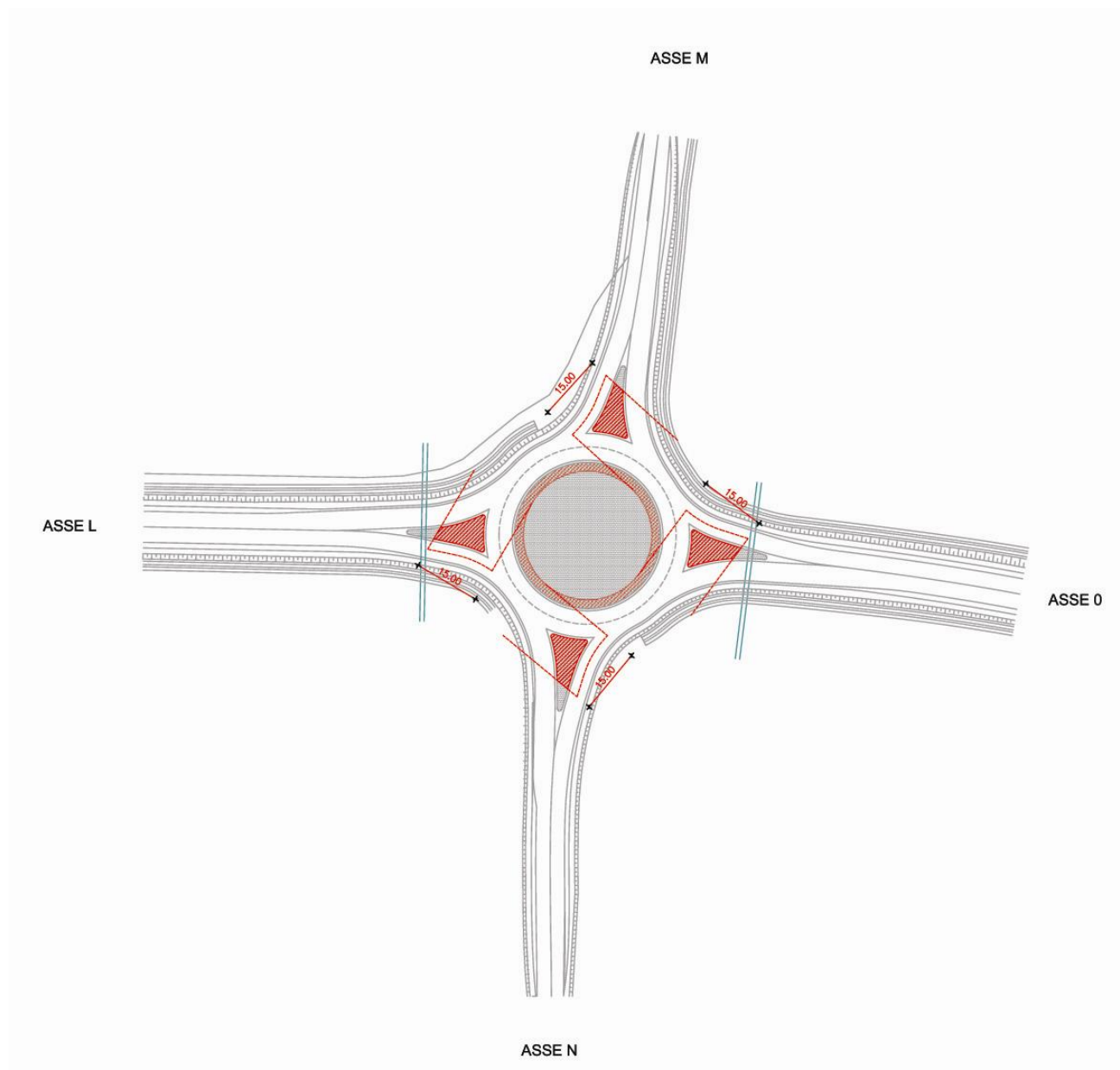
**Verifica visibilità Rotatoria “C07-2”:**



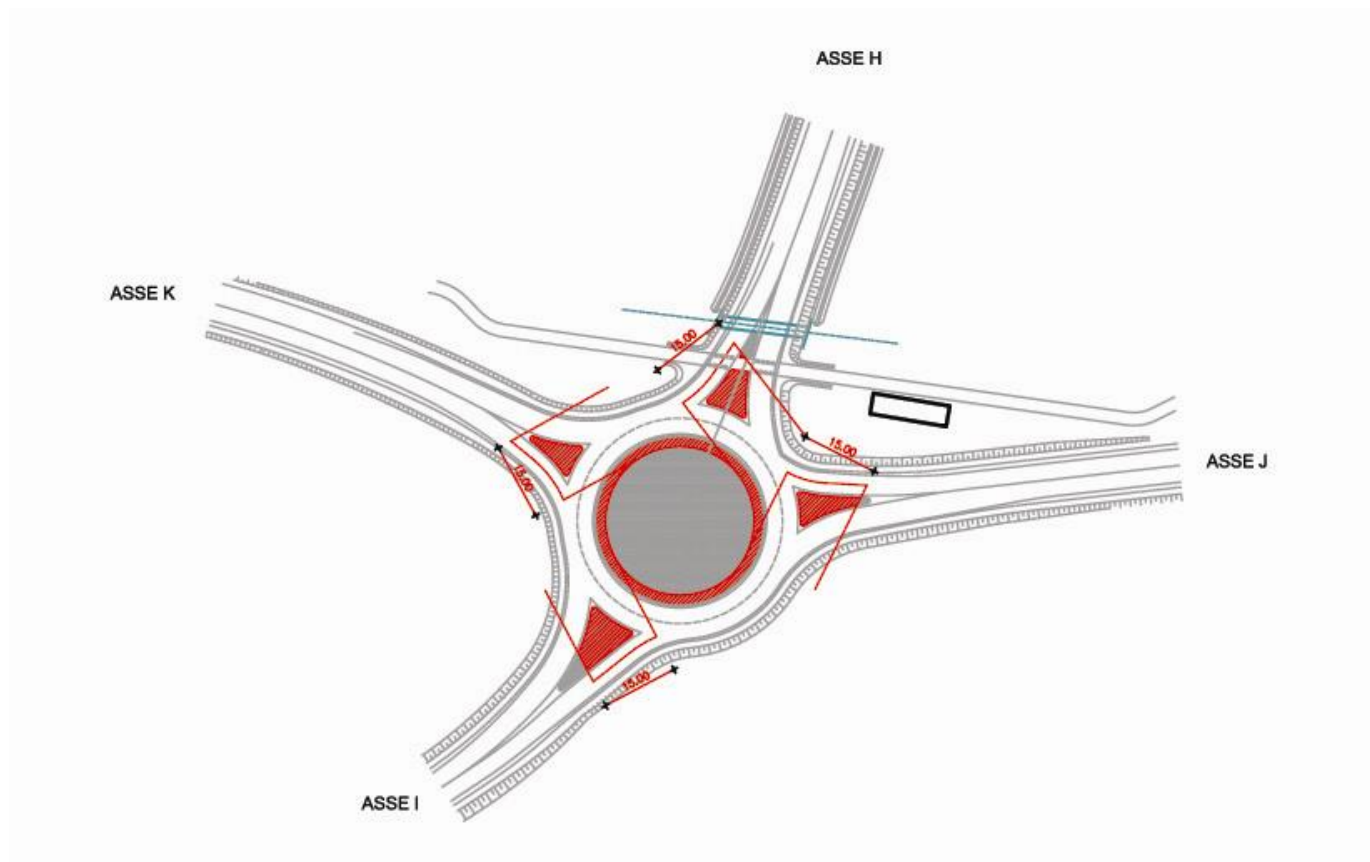
**Verifica visibilità Rotatoria “C07-3”:**



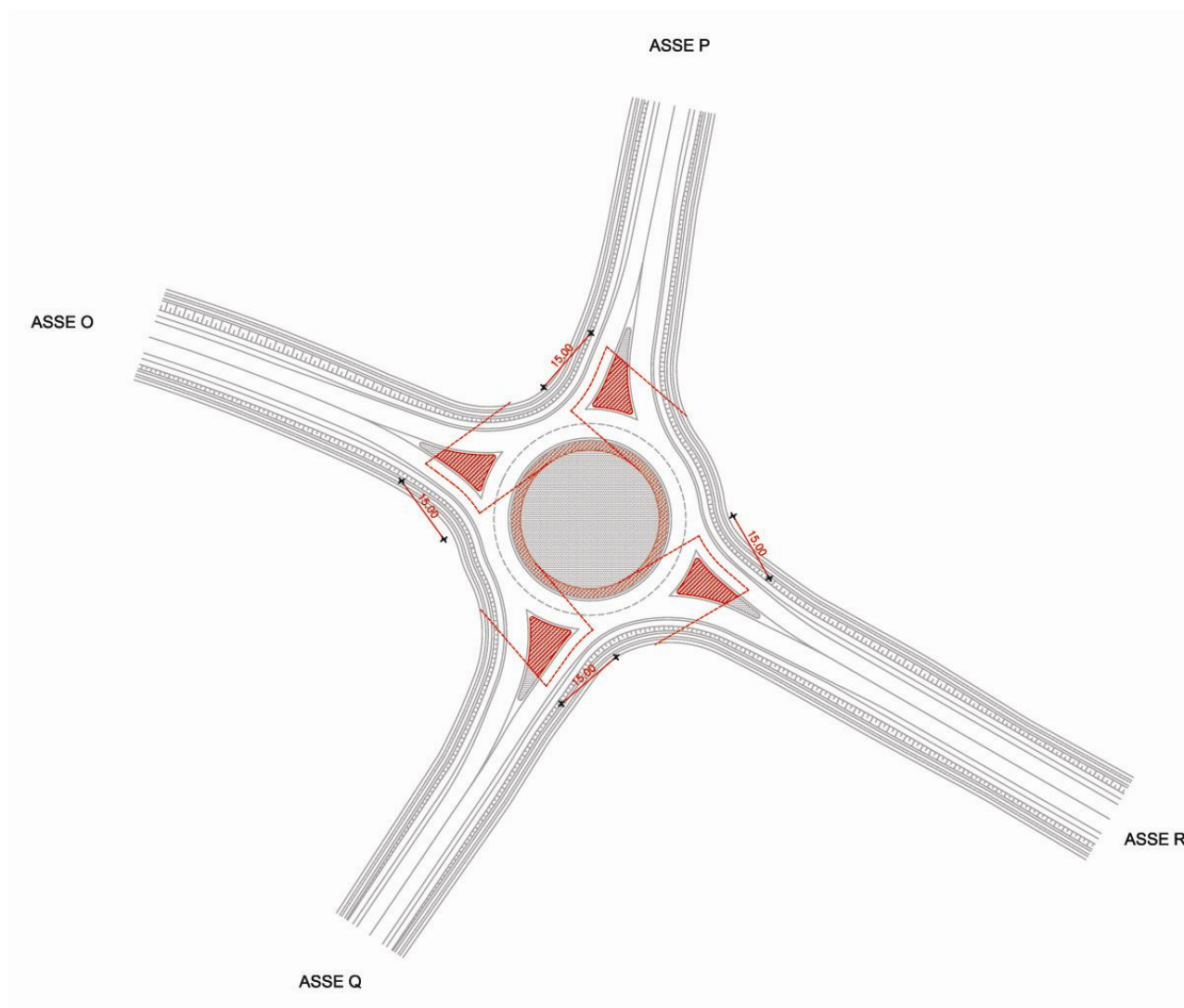
**Verifica visibilità Rotatoria “C07-4”:**



**Verifica visibilità Rotatoria “C07-5”:**



**Verifica visibilità Rotatoria “C07-6”:**



Dalle verifiche sopra effettuate si evince che nelle aree evidenziate non sono presenti ostacoli che impediscono la visibilità dei veicoli in ingresso in rotatoria.

Relativamente a dette aree, il progetto non prevede l'installazione di alcun dispositivo o la realizzazione di alcun manufatto che non consenta all'utente in approccio alla rotatoria di non avere una corretta percezione del quarto di anello alla sua sinistra.

Pertanto si ritengono verificate le rotatorie relativamente alle visuali libere.

## **5. ALLEGATI**

---

|         |
|---------|
| c07 - A |
|---------|

|                                                            |                          |
|------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Dati generali sul tracciato A                              |                          |
| Progressiva Iniziale (m): 0.0000                           | Lunghezza (m) : 132.7891 |
| Progressiva Finale (m): 132.7891                           |                          |
| Strada Tipo : C1 Strada extraurbana secondaria             |                          |
| Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 60 <= Vp <= 100 |                          |

|                                     |    |                              |  |                        |                |
|-------------------------------------|----|------------------------------|--|------------------------|----------------|
| Clotoide in uscita 1                |    | Progi 0.0000 - ProgF 59.3552 |  |                        |                |
| Coordinate vertice                  | X: | 214249.6504                  |  | Coordinate I punto Tg  | X: 214230.9839 |
|                                     |    |                              |  | Coordinate I punto Tg  | Y: 201554.4319 |
| Coordinate vertice                  | Y: | 201547.7818                  |  | Coordinate II punto Tg | X: 214288.3436 |
|                                     |    |                              |  | Coordinate II punto Tg | Y: 201539.3378 |
| Raggio                              | :  | 233.0000                     |  | Angolo                 | :              |
| Parametro N                         | :  | 1.0000                       |  | Tangente lunga         | :              |
| Parametro A                         | :  | 117.6000                     |  | Tangente corta         | :              |
| Scostamento                         | :  | 0.6296                       |  | Sviluppo               | :              |
| Pti (%)                             | :  | 7.0                          |  | Ptf (%)                | :              |
| Vp (Km/h) = 77.8                    |    |                              |  |                        |                |
| A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]    |    | = 91.300                     |  | OK                     |                |
| A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) |    | = 97.800                     |  | OK                     |                |
| A >= R/3                            |    | = 77.700                     |  | OK                     |                |
| A <= R                              |    | = 233.000                    |  | OK                     |                |

|         |
|---------|
| c07 - A |
|---------|

|                                                 |          |                            |                        |                            |
|-------------------------------------------------|----------|----------------------------|------------------------|----------------------------|
| Rettifilo 2      ProgI 59.3552 - ProgF 132.7891 |          |                            |                        |                            |
| Coordinate P.to Iniziale                        | X:<br>Y: | 214288.3436<br>201539.3378 | Coordinate P.to Finale | X:<br>Y:                   |
|                                                 |          |                            |                        | 214360.0888<br>201523.6807 |
| Lunghezza                                       | :        | 73.4339                    | Azimut                 | :                          |
|                                                 |          |                            |                        | 347.6893                   |
| Vp (Km/h) = 87.0                                |          |                            |                        |                            |
| L >= Lmin                                       | =        | 107.5720                   | No                     |                            |
| L <= Lmax                                       | =        | 1914.6330                  | OK                     |                            |
|                                                 |          | Rprec =                    | 233.0000               | Rprec > Rmin =             |
|                                                 |          |                            |                        | 73.4340                    |
|                                                 |          |                            |                        | OK                         |

|         |
|---------|
| c07 - H |
|---------|

|                                                                      |                          |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Dati generali sul tracciato D                                        |                          |
| Progressiva Iniziale (m): 0.0000<br>Progressiva Finale (m): 697.3432 | Lunghezza (m) : 697.3432 |

|                                                |          |                            |                                    |
|------------------------------------------------|----------|----------------------------|------------------------------------|
| Rettifilo 1      Progi 0.0000 - ProgF 154.1641 |          |                            |                                    |
| Coordinate P.to Iniziale                       | X:<br>Y: | 214360.0888<br>201523.6807 | Coordinate P.to Finale<br>X:<br>Y: |
| Lunghezza                                      | :        | 154.1641                   | Azimut : 353.6389                  |

|                                                     |          |                 |                                          |
|-----------------------------------------------------|----------|-----------------|------------------------------------------|
| Curva 2 Destra      Progi 154.1641 - ProgF 380.4976 |          |                 |                                          |
| Coordinate vertice                                  | X:       | 214626.2830     | Coordinate I punto<br>Coordinate I punto |
| Coordinate vertice                                  | Y:       | 201494.0050     | Tg X:<br>Tg Y:                           |
| Tangente Prim. 1:                                   | 80.3079  | TT1 Tangente 1: | 113.6791                                 |
| Tangente Prim. 2:                                   | 80.3079  | TT2 Tangente 2: | 113.6791                                 |
| Alfa Ang. al Vert.:                                 | 164.7529 | Numero Archi :  | 1                                        |

|         |
|---------|
| c07 - H |
|---------|

|                     |    |                                 |                        |    |             |
|---------------------|----|---------------------------------|------------------------|----|-------------|
| Clotoide in entrata |    | ProgI 154.1641 - ProgF 220.8308 |                        |    |             |
| Coordinate vertice  | X: | 214557.4818                     | Coordinate I punto I   | X: | 214513.3038 |
|                     |    |                                 | Coordinate I punto Tg  | Y: | 201506.6001 |
| Coordinate vertice  | Y: | 201501.6751                     | Coordinate II punto Tg | X: | 214579.4028 |
|                     |    |                                 | Coordinate II punto Tg | Y: | 201497.9894 |
| Raggio              | :  | 600.0000                        | Angolo                 | :  | 3.1831      |
| Parametro N         | :  | 1.0000                          | Tangente lunga         | :  | 44.4516     |
| Parametro A         | :  | 200.0000                        | Tangente corta         | :  | 22.2288     |
| Scostamento         | :  | 0.3086                          | Sviluppo               | :  | 66.6667     |
| Pti (%)             | :  | -2.5                            | Ptf (%)                | :  | 5.7         |

|                                           |  |    |             |  |                       |  |    |             |  |
|-------------------------------------------|--|----|-------------|--|-----------------------|--|----|-------------|--|
| Arco      ProgI 220.8308 - ProgF 313.8309 |  |    |             |  |                       |  |    |             |  |
| Coordinate vertice                        |  | X: | 214625.3513 |  | Coordinate I punto I  |  | X: | 214579.4028 |  |
| Coordinate vertice                        |  | Y: | 201490.2637 |  | Coordinate II punto I |  | Y: | 201497.9894 |  |
| Coordinate centro curva                   |  | X: | 214479.9174 |  | Coordinate II punto I |  | X: | 214669.5562 |  |
| Coordinate centro curva                   |  | Y: | 200906.2946 |  | Coordinate II punto I |  | Y: | 201475.5372 |  |
| Raggio                                    |  | :  | 600.0000    |  | Angolo al vertice     |  | :  | 8.8809      |  |
| Tangente                                  |  | :  | 46.5934     |  | Sviluppo              |  | :  | 93.0002     |  |
| Saetta                                    |  | :  | 1.8010      |  | Corda                 |  | :  | 92.9071     |  |
| Pt (%)                                    |  | :  | 5.7         |  |                       |  |    |             |  |

|         |
|---------|
| c07 - H |
|---------|

|                                                         |    |             |                |  |          |  |         |  |             |
|---------------------------------------------------------|----|-------------|----------------|--|----------|--|---------|--|-------------|
| Clotoide in uscita      ProgI 313.8309 - ProgF 380.4976 |    |             |                |  |          |  |         |  |             |
| Coordinate vertice                                      | X: | 214690.6455 | Coordinate I   |  | punto I  |  | X:      |  | 214669.5562 |
|                                                         |    |             | Coordinate I   |  | punto I  |  | Y:      |  | 201475.5372 |
| Coordinate vertice                                      | Y: | 201468.5115 | Coordinate II  |  | punto II |  | X:      |  | 214731.9732 |
|                                                         |    |             | Coordinate II  |  | punto II |  | Y:      |  | 201452.1418 |
| Raggio                                                  | :  | 600.0000    | Angolo         |  | :        |  | 3.1831  |  |             |
| Parametro N                                             | :  | 1.0000      | Tangente lunga |  | :        |  | 44.4516 |  |             |
| Parametro A                                             | :  | 200.0000    | Tangente corta |  | :        |  | 22.2288 |  |             |
| Scostamento                                             | :  | 0.3086      | Sviluppo       |  | :        |  | 66.6667 |  |             |
| Pti (%)                                                 | :  | 5.7         | Ptf (%)        |  | :        |  | -2.5    |  |             |

|                                                  |    |             |                        |  |    |  |             |  |  |
|--------------------------------------------------|----|-------------|------------------------|--|----|--|-------------|--|--|
| Rettifilo 3      ProgI 380.4976 - ProgF 697.3432 |    |             |                        |  |    |  |             |  |  |
| Coordinate P.to Iniziale                         | X: | 214731.9732 | Coordinate P.to Finale |  | X: |  | 215026.5521 |  |  |
|                                                  |    |             | Y:                     |  | Y: |  | 201335.4611 |  |  |
| Lunghezza                                        | :  | 316.8456    | Azimut                 |  | :  |  | 338.3918    |  |  |

|                                                                          |                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| c07 - G                                                                  |                                                            |
| Dati generali sul tracciato G                                            |                                                            |
| Progressiva Iniziale (m): 0.0000                                         | Lunghezza (m) : 510.4738                                   |
| Progressiva Finale (m): 510.4738                                         |                                                            |
| Strada Tipo : C1 Strada extraurbana secondaria                           |                                                            |
| Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 60 <= Vp <= 100               |                                                            |
| Rettifilo 1 Progi 0.0000 - ProgF 510.4738                                |                                                            |
| Coordinate P.to Iniziale X:<br>Y:                                        | Coordinate P.to Finale X:<br>Y: 215526.2025<br>201230.9003 |
| Lunghezza :                                                              | Azimut : 348.1804                                          |
| Vp (Km/h) = 100.0<br>L >= Lmin = 150.0000 OK<br>L <= Lmax = 2200.0000 OK |                                                            |

|         |
|---------|
| c07 - H |
|---------|

|                                                                      |                          |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Dati generali sul tracciato H                                        |                          |
| Progressiva Iniziale (m): 0.0000<br>Progressiva Finale (m): 557.7407 | Lunghezza (m) : 557.7407 |

|                                                |          |                            |                                    |
|------------------------------------------------|----------|----------------------------|------------------------------------|
| Rettifilo 1      Progi 0.0000 - ProgF 342.5450 |          |                            |                                    |
| Coordinate P.to Iniziale                       | X:<br>Y: | 215526.2025<br>201230.9003 | Coordinate P.to Finale<br>X:<br>Y: |
| Lunghezza                                      | :        | 342.5450                   | Azimut : 260.0681                  |

|                                                     |          |                 |                                            |
|-----------------------------------------------------|----------|-----------------|--------------------------------------------|
| Curva 2 Destra      Progi 342.5450 - ProgF 556.5426 |          |                 |                                            |
| Coordinate vertice                                  | X:       | 215448.6093     | Coordinate I punto<br>Coordinate I punto   |
| Coordinate vertice                                  | Y:       | 200787.7669     | Coordinate II punto<br>Coordinate II punto |
| Tangente Prim. 1:                                   | 71.7527  | TT1 Tangente 1: | 107.3304                                   |
| Tangente Prim. 2:                                   | 71.7527  | TT2 Tangente 2: | 107.3304                                   |
| Alfa Ang. al Vert.:                                 | 167.2061 | Numero Archi :  | 1                                          |

|         |
|---------|
| c07 - H |
|---------|

|                                                          |    |             |          |   |  |  |  |                |              |
|----------------------------------------------------------|----|-------------|----------|---|--|--|--|----------------|--------------|
| Clotoide in entrata      ProgI 342.5450 - ProgF 413.6339 |    |             |          |   |  |  |  |                |              |
| Coordinate vertice                                       | X: | 215458.9459 |          |   |  |  |  | Coordinate I   | Coordinate I |
|                                                          |    |             |          |   |  |  |  | punto I        | punto I      |
| Coordinate vertice                                       | Y: | 200846.7990 |          |   |  |  |  | X:             | X:           |
|                                                          |    |             |          |   |  |  |  | punto Tg       | punto Tg     |
| Raggio                                                   | :  |             | 640.0000 | : |  |  |  | Angolo         |              |
| Parametro N                                              | :  |             | 1.0000   | : |  |  |  | Tangente lunga |              |
| Parametro A                                              | :  |             | 213.3000 | : |  |  |  | Tangente corta |              |
| Scostamento                                              | :  |             | 0.3290   | : |  |  |  | Sviluppo       |              |
| Pti (%)                                                  | :  |             | -2.5     | : |  |  |  | Ptf (%)        |              |
|                                                          |    |             |          |   |  |  |  | 3.1821         | 215467.1213  |
|                                                          |    |             |          |   |  |  |  | 47.4003        | 200893.4888  |
|                                                          |    |             |          |   |  |  |  | 23.7033        |              |
|                                                          |    |             |          |   |  |  |  | 71.0889        | 215453.5679  |
|                                                          |    |             |          |   |  |  |  | 5.5            | 200823.7139  |

|                                           |    |             |          |   |  |  |  |                   |              |
|-------------------------------------------|----|-------------|----------|---|--|--|--|-------------------|--------------|
| Arco      ProgI 413.6339 - ProgF 485.4537 |    |             |          |   |  |  |  |                   |              |
| Coordinate vertice                        | X: | 215445.4117 |          |   |  |  |  | Coordinate I      | Coordinate I |
|                                           |    |             |          |   |  |  |  |                   |              |
| Coordinate vertice                        | Y: | 200788.7037 |          |   |  |  |  | punto Tg          | punto Tg     |
|                                           |    |             |          |   |  |  |  | X:                | X:           |
| Coordinate centro curva                   | X: | 214830.2587 |          |   |  |  |  | Y:                | Y:           |
|                                           |    |             |          |   |  |  |  | punto Tg          | punto Tg     |
| Coordinate centro curva                   | Y: | 200968.9228 |          |   |  |  |  | X:                | X:           |
|                                           |    |             |          |   |  |  |  | Y:                | Y:           |
| Raggio                                    | :  |             | 640.0000 | : |  |  |  | Angolo al vertice |              |
| Tangente                                  | :  |             | 35.9476  | : |  |  |  | Sviluppo          |              |
| Saetta                                    | :  |             | 1.0072   | : |  |  |  | Corda             |              |
| Pt (%)                                    | :  |             | 5.5      | : |  |  |  | 6.4296            | 215453.5679  |
|                                           |    |             |          |   |  |  |  | 71.8198           | 200823.7139  |
|                                           |    |             |          |   |  |  |  | 71.7821           |              |

|         |
|---------|
| c07 - H |
|---------|

|                                                         |    |             |                |  |          |  |         |  |             |
|---------------------------------------------------------|----|-------------|----------------|--|----------|--|---------|--|-------------|
| Clotoide in uscita      ProgI 485.4537 - ProgF 556.5426 |    |             |                |  |          |  |         |  |             |
| Coordinate vertice                                      | X: | 215425.4571 | Coordinate I   |  | punto I  |  | X:      |  | 215433.3864 |
|                                                         |    |             | Coordinate I   |  | punto I  |  | Y:      |  | 200754.8271 |
| Coordinate vertice                                      | Y: | 200732.4895 | Coordinate II  |  | punto II |  | X:      |  | 215407.1454 |
|                                                         |    |             | Coordinate II  |  | punto II |  | Y:      |  | 200688.7692 |
| Raggio                                                  | :  | 640.0000    | Angolo         |  | :        |  | 3.1821  |  |             |
| Parametro N                                             | :  | 1.0000      | Tangente lunga |  | :        |  | 47.4003 |  |             |
| Parametro A                                             | :  | 213.3000    | Tangente corta |  | :        |  | 23.7033 |  |             |
| Scostamento                                             | :  | 0.3290      | Sviluppo       |  | :        |  | 71.0889 |  |             |
| Pti (%)                                                 | :  | 5.5         | Ptf (%)        |  | :        |  | -2.5    |  |             |

|                                                  |    |             |                        |  |    |  |             |  |  |
|--------------------------------------------------|----|-------------|------------------------|--|----|--|-------------|--|--|
| Rettifilo 3      ProgI 556.5426 - ProgF 557.7407 |    |             |                        |  |    |  |             |  |  |
| Coordinate P.to Iniziale                         | X: | 215407.1454 | Coordinate P.to Finale |  | X: |  | 215406.6825 |  |  |
|                                                  |    |             | Y:                     |  | Y: |  | 200687.6641 |  |  |
| Lunghezza                                        | :  | 1.1981      | Azimut                 |  | :  |  | 247.2743    |  |  |

|         |
|---------|
| c07 - L |
|---------|

|                                                                                                      |                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Dati generali sul tracciato L                                                                        |                                     |
| <div> <div>Progressiva Iniziale (m): 0.0000</div> <div>Progressiva Finale (m): 500.1684</div> </div> | <div>Lunghezza (m) : 500.1684</div> |

|                                                |          |                            |                                    |
|------------------------------------------------|----------|----------------------------|------------------------------------|
| Rettifilo 1      Progi 0.0000 - ProgF 500.1684 |          |                            |                                    |
| Coordinate P.to Iniziale                       | X:<br>Y: | 215526.2025<br>201230.9003 | Coordinate P.to Finale<br>X:<br>Y: |
| Lunghezza                                      | :        | 500.1684                   | Azimut<br>:                        |
|                                                |          |                            | 358.8828                           |

|       |
|-------|
| c07-0 |
|-------|

|                                                                      |                          |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Dati generali sul tracciato 0                                        |                          |
| Progressiva Iniziale (m): 0.0000<br>Progressiva Finale (m): 250.3475 | Lunghezza (m) : 250.3475 |

|                                               |                            |                        |                            |
|-----------------------------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|
| Rettifilo 1      Progi 0.0000 - ProgF 45.6891 |                            |                        |                            |
| Coordinate P.to Iniziale                      | X:<br>Y:                   | Coordinate P.to Finale | X:<br>Y:                   |
|                                               | 216026.2759<br>201221.1483 |                        | 216071.6189<br>201215.5350 |
| Lunghezza                                     | :                          | 45.6891                | Azimut : 352.9428          |

|                                                    |          |                 |                                                                                |
|----------------------------------------------------|----------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Curva 2 Destra      Progi 45.6891 - ProgF 223.8302 |          |                 |                                                                                |
| Coordinate vertice                                 | X:       | 216160.5183     | Coordinate I punto Tg X: 216071.6189<br>Coordinate I punto Tg Y: 201215.5350   |
| Coordinate vertice                                 | Y:       | 201204.5295     | Coordinate II punto Tg X: 216242.2514<br>Coordinate II punto Tg Y: 201167.8699 |
| Tangente Prim. 1:                                  | 63.1457  | TT1 Tangente 1: | 89.5781                                                                        |
| Tangente Prim. 2:                                  | 63.1457  | TT2 Tangente 2: | 89.5781                                                                        |
| Alfa Ang. al Vert.:                                | 162.8996 | Numero Archi :  | 1                                                                              |

|       |
|-------|
| c07-0 |
|-------|

|                     |    |                               |                |          |                                  |
|---------------------|----|-------------------------------|----------------|----------|----------------------------------|
| Clotoide in entrata |    | ProgI 45.6891 - ProgF 98.4777 |                |          |                                  |
| Coordinate vertice  | X: | 216106.5519                   | Coordinate I   | punto I  | X: 216071.6189<br>Y: 201215.5350 |
| Coordinate vertice  | Y: | 201211.2104                   | Coordinate II  | punto II | X: 216123.8510<br>Y: 201207.9549 |
| Raggio              | :  | 420.0000                      | Angolo         | :        | 3.6007                           |
| Parametro N         | :  | 1.0000                        | Tangente lunga | :        | 35.1997                          |
| Parametro A         | :  | 148.9000                      | Tangente corta | :        | 17.6028                          |
| Scostamento         | :  | 0.2764                        | Sviluppo       | :        | 52.7886                          |
| Pti (%)             | :  | -2.5                          | Ptf (%)        | :        | 7.0                              |

|                         |    |                                |                   |          |                                  |
|-------------------------|----|--------------------------------|-------------------|----------|----------------------------------|
| Arco                    |    | ProgI 98.4777 - ProgF 171.0416 |                   |          |                                  |
| Coordinate vertice      | X: | 216159.5961                    | Coordinate I      | punto I  | X: 216123.8510<br>Y: 201207.9549 |
| Coordinate vertice      | Y: | 201201.2280                    | Coordinate II     | punto II | X: 216193.6525<br>Y: 201188.4563 |
| Coordinate centro curva | X: | 216046.1748                    | Angolo al vertice | :        | 9.8991                           |
| Coordinate centro curva | Y: | 200795.2002                    | Sviluppo          | :        | 72.5639                          |
| Raggio                  | :  | 420.0000                       | Corde             | :        | 72.4737                          |
| Tangente                | :  | 36.3725                        |                   |          |                                  |
| Saetta                  | :  | 1.5661                         |                   |          |                                  |
| Pt (%)                  | :  | 7.0                            |                   |          |                                  |

|        |
|--------|
| c07 -0 |
|--------|

|                                                         |    |             |                |  |          |  |    |  |             |
|---------------------------------------------------------|----|-------------|----------------|--|----------|--|----|--|-------------|
| Clotoide in uscita      ProgI 171.0416 - ProgF 223.8302 |    |             |                |  |          |  |    |  |             |
| Coordinate vertice                                      | X: | 216210.1344 | Coordinate I   |  | punto I  |  | X: |  | 216193.6525 |
|                                                         |    |             | Coordinate I   |  | punto I  |  | Y: |  | 201188.4563 |
| Coordinate vertice                                      | Y: | 201182.2753 | Coordinate II  |  | punto II |  | X: |  | 216242.2514 |
|                                                         |    |             | Coordinate II  |  | punto II |  | Y: |  | 201167.8699 |
| Raggio                                                  | :  | 420.0000    | Angolo         |  | :        |  | :  |  | 3.6007      |
| Parametro N                                             | :  | 1.0000      | Tangente lunga |  | :        |  | :  |  | 35.1997     |
| Parametro A                                             | :  | 148.9000    | Tangente corta |  | :        |  | :  |  | 17.6028     |
| Scostamento                                             | :  | 0.2764      | Sviluppo       |  | :        |  | :  |  | 52.7886     |
| Pti (%)                                                 | :  | 7.0         | Ptf (%)        |  | :        |  | :  |  | -2.5        |

|                                                  |    |             |                        |  |    |  |             |  |  |
|--------------------------------------------------|----|-------------|------------------------|--|----|--|-------------|--|--|
| Rettifilo 3      ProgI 223.8302 - ProgF 250.3475 |    |             |                        |  |    |  |             |  |  |
| Coordinate P.to Iniziale                         | X: | 216242.2514 | Coordinate P.to Finale |  | X: |  | 216266.4465 |  |  |
|                                                  |    |             | Y:                     |  | Y: |  | 201157.0177 |  |  |
| Lunghezza                                        | :  | 26.5174     | Azimut                 |  | :  |  | 335.8424    |  |  |

|         |
|---------|
| c07 - R |
|---------|

|                                                                      |                          |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Dati generali sul tracciato R                                        |                          |
| Progressiva Iniziale (m): 0.0000<br>Progressiva Finale (m): 930.0870 | Lunghezza (m) : 930.0870 |

|                          |  |  |          |                            |                               |  |                        |  |  |          |                            |  |  |
|--------------------------|--|--|----------|----------------------------|-------------------------------|--|------------------------|--|--|----------|----------------------------|--|--|
| Rettifilo 1              |  |  |          |                            | ProgI 0.0000 - ProgF 342.5539 |  |                        |  |  |          |                            |  |  |
| Coordinate P.to Iniziale |  |  | X:<br>Y: | 216266.4465<br>201157.0177 |                               |  | Coordinate P.to Finale |  |  | X:<br>Y: | 216563.0666<br>200985.6712 |  |  |
| Lunghezza                |  |  | :        | 342.5539                   |                               |  | Azimut                 |  |  | :        | 329.9866                   |  |  |

|                                                       |  |          |             |  |                     |  |    |          |             |
|-------------------------------------------------------|--|----------|-------------|--|---------------------|--|----|----------|-------------|
| Curva 2 Sinistra      ProgI 342.5539 - ProgF 665.6258 |  |          |             |  |                     |  |    |          |             |
| Coordinate vertice                                    |  | X:       | 216704.7178 |  | Coordinate I punto  |  | Tg | X:       | 216563.0666 |
| Coordinate vertice                                    |  | Y:       | 200903.8445 |  | Coordinate II punto |  | Tg | X:       | 216867.5437 |
| Tangente Prim. 1:                                     |  | 130.1899 |             |  | TT1 Tangente        |  | 1: | 163.5868 |             |
| Tangente Prim. 2:                                     |  | 130.1899 |             |  | TT2 Tangente        |  | 2: | 163.5868 |             |
| Alfa Ang. al Vert.:                                   |  | 155.5151 |             |  | Numero Archi        |  | :  | 1        |             |

|         |
|---------|
| c07 - R |
|---------|

|                     |  |  |  |    |  |  |  |                                 |  |  |  |                |  |  |  |          |  |  |  |         |  |  |  |    |  |  |  |             |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|----|--|--|--|---------------------------------|--|--|--|----------------|--|--|--|----------|--|--|--|---------|--|--|--|----|--|--|--|-------------|--|--|--|
| Clotoide in entrata |  |  |  |    |  |  |  | ProgI 342.5539 - ProgF 409.2206 |  |  |  |                |  |  |  |          |  |  |  |         |  |  |  |    |  |  |  |             |  |  |  |
| Coordinate vertice  |  |  |  | X: |  |  |  | 216601.5577                     |  |  |  | Coordinate I   |  |  |  | punto I  |  |  |  | Tg      |  |  |  | X: |  |  |  | 216563.0666 |  |  |  |
| Coordinate vertice  |  |  |  | Y: |  |  |  | 200963.4363                     |  |  |  | Coordinate II  |  |  |  | punto II |  |  |  | Tg      |  |  |  | X: |  |  |  | 216621.3935 |  |  |  |
| Raggio              |  |  |  | :  |  |  |  | 599.9999                        |  |  |  | Angolo         |  |  |  | :        |  |  |  | 3.1831  |  |  |  |    |  |  |  |             |  |  |  |
| Parametro N         |  |  |  | :  |  |  |  | 1.0000                          |  |  |  | Tangente lunga |  |  |  | :        |  |  |  | 44.4517 |  |  |  |    |  |  |  |             |  |  |  |
| Parametro A         |  |  |  | :  |  |  |  | 200.0000                        |  |  |  | Tangente corta |  |  |  | :        |  |  |  | 22.2288 |  |  |  |    |  |  |  |             |  |  |  |
| Scostamento         |  |  |  | :  |  |  |  | 0.3086                          |  |  |  | Sviluppo       |  |  |  | :        |  |  |  | 66.6667 |  |  |  |    |  |  |  |             |  |  |  |
| Pti (%)             |  |  |  | :  |  |  |  | -2.5                            |  |  |  | Pt f (%)       |  |  |  | :        |  |  |  | 5.7     |  |  |  |    |  |  |  |             |  |  |  |

|                                           |    |             |                     |          |    |          |             |
|-------------------------------------------|----|-------------|---------------------|----------|----|----------|-------------|
| Arco      ProgI 409.2206 - ProgF 598.9591 |    |             |                     |          |    |          |             |
| Coordinate vertice                        | X: | 216706.7624 | Coordinate I        | punto I  | Tg | X:       | 216621.3935 |
| Coordinate vertice                        | Y: | 200910.2236 | Coordinate I        | punto I  | Tg | Y:       | 200953.4033 |
| Coordinate centro curva                   | X: | 216892.2036 | Coordinate II       | punto II | Tg | X:       | 216801.3265 |
| Coordinate centro curva                   | Y: | 201488.8114 | Coordinate II       | punto II | Tg | Y:       | 200895.7336 |
| Raggio                                    | :  | 599.9999    | Angolo al vertice : |          |    | 18.1187  |             |
| Tangente                                  | :  | 95.6678     | Sviluppo            |          |    | 189.7385 |             |
| Saetta                                    | :  | 7.4845      | Corda               |          |    | 188.9489 |             |
| Pt (%)                                    | :  | 5.7         |                     |          |    |          |             |

|         |
|---------|
| c07 - R |
|---------|

|                    |  |    |  |             |  |                                 |  |    |  |             |  |
|--------------------|--|----|--|-------------|--|---------------------------------|--|----|--|-------------|--|
| Clotoide in uscita |  |    |  |             |  | ProgI 598.9591 - ProgF 665.6258 |  |    |  |             |  |
| Coordinate vertice |  | X: |  | 216823.2988 |  | Coordinate I punto I            |  | X: |  | 216801.3265 |  |
|                    |  |    |  |             |  | Coordinate I punto Tg           |  | Y: |  | 200895.7336 |  |
| Coordinate vertice |  | Y: |  | 200892.3668 |  | Coordinate II punto Tg          |  | X: |  | 216867.5437 |  |
|                    |  |    |  |             |  | Coordinate II punto Tg          |  | Y: |  | 200888.0842 |  |
| Raggio             |  | :  |  | 599.9999    |  | Angolo                          |  | :  |  | 3.1831      |  |
| Parametro N        |  | :  |  | 1.0000      |  | Tangente lunga                  |  | :  |  | 44.4517     |  |
| Parametro A        |  | :  |  | 200.0000    |  | Tangente corta                  |  | :  |  | 22.2288     |  |
| Scostamento        |  | :  |  | 0.3086      |  | Sviluppo                        |  | :  |  | 66.6667     |  |
| Pti (%)            |  | :  |  | 5.7         |  | Pt f (%)                        |  | :  |  | -2.5        |  |

|                                                  |   |                            |                                    |   |          |
|--------------------------------------------------|---|----------------------------|------------------------------------|---|----------|
| Rettifilo 3      ProgI 665.6258 - ProgF 930.0870 |   |                            |                                    |   |          |
| Coordinate P.to Iniziale                         |   | X:<br>Y:                   | Coordinate P.to Finale<br>X:<br>Y: |   |          |
|                                                  |   | 216867.5437<br>200888.0842 | 217130.7746<br>200862.6056         |   |          |
| Lunghezza                                        | : | 264.4612                   | Azimut                             | : | 354.4714 |