

# TANGENZIALE EST ESTERNA DI MILANO

CODICE C.U.P. I21B05000290007  
CODICE C.I.G. 017107578C

## PROGETTO ESECUTIVO

### LOTTO C

VARIANTE ALLA S.P.138 "PANDINA" NELL'ABITATO DI MADONNINA DI DRESANO (C23)

#### PARTE GENERALE

#### RELAZIONE GENERALE

IL PROGETTISTA  
*Gian Paolo Melis*  
SINA S.p.A.

Dott. Ing. Gian Paolo Melis  
Ordine Ingegneri di Parma  
n. 1686



Dott. Ing. Enrico Zorgati  
Ordine Ingegneri di Padova  
n. 2259

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM  
IL DIRETTORE TECNICO



Dott. Ing. Rocco Magri

RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

*Pietro Mazzoli*  
Dott. Ing. Pietro Mazzoli  
Ordine Ingegneri di Parma  
n. 821

IL CONCEDENTE



IL CONCESSIONARIO



IL DIRETTORE DEI LAVORI

| EM./REV.   | DATA       | DESCRIZIONE | ELABORAZIONE PROGETTUALE | CONTR.      | APPROV.      |             |                |             |      |        |              |        |                |             |      |       |            |           |   |   |       |           |   |    |    |       |   |        |   |
|--|------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------|-------------|----------------|-------------|------|--------|--------------|--------|----------------|-------------|------|-------|------------|-----------|---|---|-------|-----------|---|----|----|-------|---|--------|---|
| A  | 30/01/2012 | EMISSIONE   | L. Testa                 | M. Ghizzoni | G.P. Melis   |             |                |             |      |        |              |        |                |             |      |       |            |           |   |   |       |           |   |    |    |       |   |        |   |
| <p>IDENTIFICAZIONE ELABORATO</p> <table border="1"> <tr> <td>NUM. Progr.</td> <td>FASE</td> <td>LOTTO</td> <td>ZONA</td> <td>OPERA</td> <td>TRATTO OPERA</td> <td>AMBITO</td> <td>TIPO ELABORATO</td> <td>PROGRESSIVA</td> <td>REV.</td> <td>DATA:</td> <td>30/01/2012</td> </tr> <tr> <td>C 2 8 5 0</td> <td>E</td> <td>C</td> <td>C 2 3</td> <td>I R W 2 3</td> <td>0</td> <td>GE</td> <td>RG</td> <td>0 0 1</td> <td>A</td> <td>SCALA:</td> <td>-</td> </tr> </table> |            |             |                          |             |              | NUM. Progr. | FASE           | LOTTO       | ZONA | OPERA  | TRATTO OPERA | AMBITO | TIPO ELABORATO | PROGRESSIVA | REV. | DATA: | 30/01/2012 | C 2 8 5 0 | E | C | C 2 3 | I R W 2 3 | 0 | GE | RG | 0 0 1 | A | SCALA: | - |
| NUM. Progr.  | FASE       | LOTTO       | ZONA                     | OPERA       | TRATTO OPERA | AMBITO      | TIPO ELABORATO | PROGRESSIVA | REV. | DATA:  | 30/01/2012   |        |                |             |      |       |            |           |   |   |       |           |   |    |    |       |   |        |   |
| C 2 8 5 0  | E          | C           | C 2 3                    | I R W 2 3   | 0            | GE          | RG             | 0 0 1       | A    | SCALA: | -            |        |                |             |      |       |            |           |   |   |       |           |   |    |    |       |   |        |   |

**INDICE**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1.    | PREMESSA.....   | 3  |
| 2.    | QUADRO DI RIFERIMENTO GENERALE .....                  | 4  |
| 3.    | GLI STUDI PROPEDEUTICI .....                          | 6  |
| 3.1   | Rilievi topografici.....                              | 6  |
| 3.2   | Rilievi servizi aerei e interrati .....               | 6  |
| 3.3   | Geognostica e studio geologico-geotecnico .....       | 6  |
| 3.4   | Studio idrologico – idraulico .....                   | 7  |
| 4.    | PERCORSO STRADALE .....                               | 10 |
| 4.1   | Caratteristiche funzionali e plano-altimetriche ..... | 10 |
| 4.2   | Sezioni tipo .....                                    | 11 |
| 4.2.1 | <i>Tracciato principale.....</i>                      | 11 |
| 4.2.2 | <i>Rotatorie .....</i>                                | 12 |
| 4.3   | Drenaggio acque di piattaforma.....                   | 12 |
| 4.3.1 | <i>Idrologia.....</i>                                 | 13 |
| 4.3.2 | <i>Drenaggio acque di piattaforma.....</i>            | 14 |
| 4.3.3 | <i>Invarianza idraulica del territorio.....</i>       | 14 |
| 4.4   | Sovrastrutture e pavimentazioni .....                 | 15 |
| 4.5   | Barriere di sicurezza .....                           | 16 |
| 4.6   | Segnaletica verticale e orizzontale .....             | 19 |
| 4.7   | Opere d'arte minori .....                             | 20 |
| 5.    | IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....                       | 21 |
| 5.1   | Classificazione della viabilità .....                 | 21 |
| 5.2   | Punto di consegna energia .....                       | 22 |
| 5.3   | Sviluppo degli impianti .....                         | 22 |

## 1. PREMESSA

Scopo del presente documento è di illustrare nelle sue linee generali il progetto definitivo della variante alla SP138 "Pandina" nei comuni di Casalmaiocco e Vizzolo Predabissi, al fine di facilitare e introdurre alla lettura degli elaborati progettuali, nonché di descrivere le normative di riferimento, le scelte progettuali adottate ed il percorso seguito nell'elaborazione dei documenti.

L'intervento è stato prescritto dal CIPE in fase di approvazione del Progetto Preliminare. La prescrizione è fra quelle contrassegnate con asterisco (\*) ossia per le quali il Concessionari è tenuto alla sola redazione del Progetto Definitivo. In particolare la prescrizione n°24 dispone la realizzazione di una variante alla SP 138 "Pandina" presso l'abitato di Madonnina di Dresano.

L'AdP ha confermato la prescrizione CIPE con la richiesta di mantenere in essere tutte le relazioni esistenti in corrispondenza della prevista rotatoria fra la variante e la SP159.

La nuova viabilità è finalizzata a diminuire il flusso veicolare che congestiona il tratto urbano della SP 138 e a separare il traffico locale da quello in transito.

L'opera connessa prescritta dal CIPE e prevista dal progetto in esame prevede quindi la realizzazione di un nuovo tratto stradale di collegamento tra le S.P.n.138 e S.P.n.159 innestato sulla viabilità esistente attraverso due svincoli del tipo rotatoria a raso. L'intero tracciato stradale è in basso rilevato con quote variabili da 0.50 m a 2.00 m sul piano campagna; le interferenze con i corsi d'acqua attraversati sono risolte con l'utilizzo di manufatti scatolari e circolari di limitate dimensioni. Il tracciato si inserisce immediatamente a sud del comparto industriale di Casalmaiocco lungo il corridoio individuato dagli elettrodotti.

## 2. QUADRO DI RIFERIMENTO GENERALE

L'ambito territoriale entro il quale si colloca il progetto in esame è costituito dal territorio a sud dell'abitato di Dresano; gli interventi interessano principalmente il territorio del comune di Casalmaicco in provincia di Lodi e solo marginalmente il territorio del comune di Vizzolo Predabissi in Provincia di Milano.

I comuni citati si inquadrano nell'area a sud-est di Milano compresa fra i Fiumi Lambro e Adda. I territori si estendono all'interno del Parco Agricolo sud di Milano e sono bagnati dal canale della Muzza e dal Colatore Addetta.

Osservando il territorio si nota ancora una netta separazione tra i vari nuclei dei centri abitati intervallati da aree destinate ad attività agricola intensiva principalmente destinata a seminativo.

I centri abitati si sono sviluppati lungo i principali assi infrastrutturali che attraversano l'area inglobandoli nel contesto urbano. La morfologia del territorio è prevalentemente pianeggiante. Idrograficamente la zona è caratterizzata dall'attraversamento del Fiume Lambro, che scorre ad ovest dell'abitato, e da numerosi canali irrigui e rogge anche di notevole importanza che caratterizzano tutto il territorio a sud-est di Milano; tra i corsi d'acqua, artificiali o resi tali nel corso degli anni, che si riscontrano nell'area possiamo citare: il cavo Marocco, la roggia Dresano, la roggia Maiocca, il Colatore Addetta, la roggia Dresana e, anche se non interessato direttamente dalle opere in studio ma sicuramente degno di nota, il canale della Muzza.

Oltre ai corsi d'acqua succitati si rilavano, inoltre, numerosi canali di connessione tra il reticolo idrografico principale.

Pur posizionandosi ai limiti della Provincia di Lodi, il territorio gravita verso l'area metropolitana milanese generando un notevole flusso pendolare che si sposta verso il capoluogo lombardo utilizzando e, in buona parte ormai saturando, tutti gli assi infrastrutturali disponibili.

Le infrastrutture che caratterizzano maggiormente l'area, e di maggior interesse per il flusso pendolare dai due centri, risultano essere la SS 9 Via Emilia, la SS 435 Paullese e la SP138 Pandina. Le tre vie presentano giacenza sud-ovest con un tracciato pressoché parallelo.

Oltre alla SS 9 l'area interessata dagli interventi è attraversata dalla SP 39 e dalla SP 159 che, con giacenza perpendicolare alle citate statali, rappresentano gli assi di penetrazione nel territorio dagli assi radiali di collegamento con il capoluogo, in corrispondenza dei centri abitati.

Anche se non direttamente connesse alla zona interessata dagli interventi è necessario citare anche le altre due infrastrutture strategiche che attraversano il territorio: l'autostrada A1, che corre parallela alla linea ferroviaria a 1km ca. di distanza, e la linea ferroviaria ad

alta velocità Milano – Bologna. L'autostrada è raggiungibile dal comune di Casalmaiocco mediante la SP 159 e quindi la via Emilia.

Tra le opere infrastrutturali in programma la più significativa per il territorio è sicuramente la Tangenziale Est Esterna di Milano il cui tracciato attraversa il territorio di Dresano a est dell'abitato con la previsione di uno svincolo direttamente connesso alla SS 9 e alla SP159 a nord-ovest di Sordio ed uno svincolo collegato alla SS345 Paullese a nord-est di Paullo.

Questa opera, pur rappresentando un'importante risposta alla domanda di mobilità della zona rappresenterà anche un nuovo polo attrattore di traffico che si riverserà sia sulla radiale 138 "Pandina" sia sulla tangenziale SP 159 "bettale-Sordio" rendendo improcrastinabili gli interventi oggetto del presente studio.

La SP 138 attraversa il comune di Casalmaiocco assumendo caratteristiche urbane nonostante i flussi e la tipologia di traffico risulti tipicamente extraurbano con un'elevata percentuale di mezzi pesanti. Ovviamente il passaggio del traffico in ambito urbano costituisce una situazione di notevole disagio nonché potenzialmente pericolosa.

Le situazioni di pericolo più gravi ed evidenti nascono dall'inadeguatezza della sezione stradale, dalla presenza di fabbricati abitativi e produttivi posti a ridosso della strada, dalla presenza di numerosi accessi diretti e non regolamentati e dalla presenza di forte flusso di traffico pedonale e ciclabile che pur dotato di viabilità propria manca di idonei attraversamenti della viabilità provinciale.

L'obiettivo principale del progetto è quindi quello di separare il traffico di attraversamento da quello locale, definendo un asse stradale che a partire dall'esistente svincolo fra la SP138 e la via Orecchia, si sviluppi perimetralmente al centro abitato, lungo il corridoio libero a sud del comparto industriale e dopo aver svincolato con la SP159, si chiuda sulla SS 138, a valle dell'attuale rotatoria, immediatamente a nord della cascina Cologno.

In relazione alla funzione svolta, al carico veicolare previsto ed alle caratteristiche delle strade su cui la variante si innesta, la nuova viabilità è classificabile come di Tipo "F" "strada extraurbana secondaria. La sezione trasversale è costituita da una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 9.00 m.

L'intervallo progettuale di velocità prevede un limite inferiore di 40 km/h ed un limite superiore di 100 km/h: da questi valori derivano le caratteristiche plano-altimetriche di composizione del tracciato.

Per quanto riguarda il contesto urbanistico e ambientale più direttamente interessati dagli effetti generati dalla nuova infrastruttura, si evidenziano i seguenti ambiti: il nucleo urbano corrispondente al settore sud dell'abitato di Dresano oltre all'area industriale di Casalmaiocco; il territorio agricolo che con i suoi elementi determina il paesaggio extraurbano prevalente; nuclei rurali come cascina Cologno e Griona.

### **3. GLI STUDI PROPEDEUTICI**

#### **3.1 Rilievi topografici**

Il progetto dell'infrastruttura è stato sviluppato sulla base di un rilievo aerofotogrammetrico delle aree con densità sufficiente a rendere la scala 1:1000, per una larghezza media di fascia di circa 100 metri in asse al tracciato principale. La cartografia tecnico numerica è stata restituita sia in formato 2D per la rappresentazione grafica di dettaglio, sia in formato 3D per la generazione dei modelli matematici del terreno

Detto rilievo fotogrammetrico nella sua versione 2D è stato integrato al mosaico dei fotogrammetrici restituiti in scala 1:5000 in modo da costituire una base cartografica unica ed omogenea.

Inoltre il volo aereo è stato integrato mediante rilievo celerimetrico, restituito in scala 1:500, delle spalle e pile delle opere d'arte maggiori, degli imbocchi dei manufatti minori e di tutte le opere fuori terra quali opere di sostegno provvisorie e definitive, al fine di avere una base più precisa per impostare lo studio stradale.

#### **3.2 Rilievi servizi aerei e interrati**

La verifica di interferenze con sottoservizi è stata condotta in due fasi:

- In prima analisi si è proceduto a recuperare presso gli enti coinvolti (Amministrazioni Comunali ed Enti esercenti) tutta la documentazione cartacea ed informatizzata riguardante i sottoservizi ubicati all'interno dell'area di intervento, provvedendo a redigere una prima cartografia di riferimento riportanti le tracce delle tubazioni.
- Successivamente, contestualmente alle attività topografiche, si è proceduto ad una verifica di congruenza sul posto delle informazioni, provvedendo, in collaborazione con tecnici delle società esercenti, agli opportuni approfondimenti nei casi in cui la corretta ubicazione plano-altimetrica del sottoservizio interferito potesse implicare ricadute sulle scelte progettuali.

#### **3.3 Geognostica e studio geologico-geotecnico**

La campagna di indagine è costituita dal sondaggio L4-S14 e dal pozzetto L4-PZ16 le cui informazioni sono state integrate con quelle desunte dai sondaggi adiacenti e dalla cartografia geologica ed idrogeologica. Si è così potuta individuare la seguente stratigrafia geotecnica.

- Lo strato I è un limo sabbioso, presente fino a 3 m di profondità con valori di  $N_{spt} = 10 - 20$ .
- Lo strato II è una sabbia ghiaiosa fino a 23 m di profondità con  $N_{spt} = 20 - 30$ , che passa ad una ghiaia con sabbia fino alla profondità di indagine di 35 m con  $N_{spt} = 20-40$ .

La falda presenta una soggiacenza di 3,5 m dal piano campagna.

Sulla base delle informazioni ricavate dal pozzetto L4-PZ16 e dagli strati superficiali del sondaggio L4-S14 si conclude che la preparazione del piano di posa per la viabilità in esame verrà realizzata tramite scotico del materiale vegetale superficiale per uno spessore di 0.2 m e bonifico del sottostante materiale per uno spessore di 0.3 m, quindi complessivamente la profondità di scavo da riempire con materiale selezionato è pari a 0.5 m.

### **3.4 Studio idrologico – idraulico**

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Si ricorda che con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge monotona crescente del tipo:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

nella quale i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Sono state utilizzate le serie storiche delle precipitazioni intense riportate negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano (Parte I, tabella III) relative ai massimi annuali delle precipitazioni della durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica nella stazioni di misura è stata effettuata sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione per le durate considerate, definendo i parametri a ed n per i tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

Al fine di fornire uno strumento per l'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette è stata condotta un'interpolazione spaziale con il metodo di kriging dei parametri a e n delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato (P.A.I.Po).

Gli elaborati consentono il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, a meno dell'approssimazione derivante dalla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione.

L'analisi della distribuzione spaziale dei parametri pluviometrici ha permesso di stimare le curve di possibilità pluviometrica per durate superiori all'ora.

Non si hanno a disposizione i dati relativi ad eventi pluviometrici intensi e brevi, di durata inferiore all'ora. Sono pertanto stati raccolti i dati relativi ai pluviometri del Comune di Milano, per i quali si dispone dell'elaborazione delle curve di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora ( $a_1$  ed  $n_1$ ).

Stazioni pluviometriche della provincia di Milano: parametri pluviometrici per durate superiori ed inferiori all'ora

| Stazione pluviometrica | Numero pluviometro | a1   | n1    | a2   | n2    | K=n1/n2 |
|------------------------|--------------------|------|-------|------|-------|---------|
| Marino                 | 1                  | 33   | 0.385 | 31.5 | 0.219 | 1.76    |
| Vignola                | 2                  | 37.7 | 0.447 | 34.6 | 0.236 | 1.89    |
| Sacco                  | 3                  | 37.5 | 0.449 | 34.2 | 0.233 | 1.93    |
| Gattamelata            | 4                  | 34.8 | 0.449 | 31.9 | 0.205 | 2.19    |
| Sondrio                | 5                  | 39.4 | 0.4   | 37.7 | 0.2   | 2.00    |
| Pareto                 | 6                  | 37.7 | 0.387 | 37.4 | 0.239 | 1.59    |
| Nosedo                 | 7                  | 36.7 | 0.412 | 33.7 | 0.235 | 1.75    |
| Ronchettino            | 8                  | 29.6 | 0.379 | 28.7 | 0.286 | 1.33    |
| Monluè                 | 9                  | 31.1 | 0.245 |      |       |         |
| Crescenzago            | 10                 | 33.4 | 0.266 | 33.4 | 0.208 | 1.28    |
| Milanino               | 11                 | 41.7 | 0.362 | 40.1 | 0.232 | 1.56    |
| Garbagnate             | 12                 | 36.2 | 0.438 | 33.9 | 0.279 | 1.57    |
| Ronchetto s. N.        | 13                 | 39.6 | 0.431 | 37.1 | 0.225 | 1.92    |
| Baggio                 | 14                 | 41.4 | 0.394 | 38.4 | 0.226 | 1.74    |
| Bruzzanio              | 15                 | 39.5 | 0.414 | 37.1 | 0.262 | 1.58    |
| Monviso                | 16                 | 39.2 | 0.552 | 34.2 | 0.213 | 2.59    |

Per stimare le piogge di durata inferiore all'ora, è stato assunto un valore di K prossimo ai valori più bassi K=1,5. Le stime pluviometriche ricavate sono state confrontate con i dati relativi al pluviografo di Milano Moviso, che, su un campione di 17 anni [Piga e altri, 1990] sono stati calcolati i seguenti rapporti dei valori medi delle massime altezze di pioggia annue di diversa durata  $\underline{h}_s$  rispetto al valor medio della massima altezza annua oraria  $\underline{h}_1$  e i corrispondenti rapporti dei valori massimi:



Coefficienti di riduzione delle altezze di pioggia

| $\delta$ [min]   | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 10    | 15    | 30    | 45    |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $r_\delta = \underline{h}_\delta / \underline{h}_1$            | 0.130 | 0.180 | 0.229 | 1.272 | 0.322 | 0.489 | 1.601 | 0.811 | 0.913 |
| $r_{\delta n} = \underline{h}_{\delta n} / \underline{h}_{m1}$ | 0.155 | 0.178 | 0.215 | 0.241 | 0.304 | 0.449 | 0.568 | 0.700 | 0.799 |

I dati sotto riportati sono cautelativi rispetto alle elaborazioni dei dati raccolti alla stazione di Milano Monviso.

Di seguito le equazioni di possibilità pluviometrica valide per i bacini della piattaforma stradale:

Equazioni di possibilità pluviometrica al variare del tempo di ritorno. L1-L2-L3 rappresentano i lotti dell'infrastruttura stradale

| Tr [anni] |           | 10                    | 25                  | 50                  | 100                 | 200                 | 500                 |
|-----------|-----------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|           |           | $h[mm]$               | $h[mm]$             | $h[mm]$             | $h[mm]$             | $h[mm]$             | $h[mm]$             |
| L 1       | $t < 1hr$ | $h = 49,26t^{0,347}$  | $h = 59t^{0,345}$   | $h = 66,5t^{0,338}$ | $h = 74,3t^{0,33}$  | $h = 81,4t^{0,215}$ | $h = 91,2t^{0,225}$ |
|           | $t > 1hr$ | $h = 49,26t^{0,232}$  | $h = 59t^{0,23}$    | $h = 66,5t^{0,225}$ | $h = 74,3t^{0,22}$  | $h = 81,4t^{0,323}$ | $h = 91,2t^{0,338}$ |
| L 2       | $t < 1hr$ | $h = 49,62t^{0,333}$  | $h = 58,4t^{0,329}$ | $h = 66t^{0,323}$   | $h = 73,9t^{0,312}$ | $h = 80,7t^{0,204}$ | $h = 90,9t^{0,199}$ |
|           | $t > 1hr$ | $h = 49,62t^{0,222}$  | $h = 58,4t^{0,219}$ | $h = 66t^{0,215}$   | $h = 73,9t^{0,208}$ | $h = 80,7t^{0,306}$ | $h = 90,9t^{0,299}$ |
| L 3       | $t < 1hr$ | $h = 46,21t^{0,334}$  | $h = 55,4t^{0,33}$  | $h = 62,6t^{0,323}$ | $h = 70t^{0,312}$   | $h = 76,5t^{0,204}$ | $h = 86t^{0,199}$   |
|           | $t > 1hr$ | $h = 46,21t^{0,2246}$ | $h = 55,4t^{0,22}$  | $h = 62,6t^{0,215}$ | $h = 70t^{0,208}$   | $h = 76,5t^{0,306}$ | $h = 86t^{0,299}$   |

## 4. PERCORSO STRADALE

### 4.1 Caratteristiche funzionali e plano-altimetriche

L'intervento si colloca nel quadrante sud dell'area interessata del progetto, lungo la tratta terminale della Tangenziale Est Esterna, ricadendo all'interno dei territori dei Comuni di Casalmaiocco e Vizzolo Predabissi, in Provincia rispettivamente di Lodi e di Milano.

Il sistema di assi stradali studiato, dello sviluppo complessivo di circa 1 km, si propone di realizzare un nuovo itinerario a servizio degli spostamenti di media/lunga percorrenza che si sviluppino all'interno della maglia viaria secondaria, by-passando il centro abitato di Dresano.

Il nuovo collegamento viario è stato progettato facendo riferimento alla categoria delle strade locali in ambito extraurbano, tipo F secondo il D.M. 5/11/2001.

Il nuovo itinerario presenta giacitura prevalente est-ovest e i capisaldi risultano individuati dalla rotatoria prevista in corrispondenza dell'intersezione della SP 138 con Viale Lombardia e dalla rotatoria in progetto sulla SP 159 in corrispondenza dell'intersezione con Via Libertà.

Il tracciato principale, denominato asse "N", ha inizio in corrispondenza della rotatoria in progetto nell'intersezione tra SP 138 e Viale Lombardia. Questa è una rotatoria a quattro rami, prevista a raso rispetto alla viabilità esistente. Gli assi d'innesto in rotatoria sono i seguenti: oltre all'asse "N", l'asse "U" di Viale Lombardia e l'asse "V" dei due innesti della SP 138 esistente.

La rotatoria è composta da una aiuola circolare di raggio pari a 16.00 m, una carreggiata larga 7.00 m completata da banchine laterali da 1.00 m ciascuna, per un diametro esterno pari a 50.00 m.

L'asse "N" si sviluppa inizialmente verso sud, per volgere immediatamente ad est per mezzo di una curva sinistrorsa avente raggio pari a 350 m. Nella definizione del tracciato di questa prima parte, si è fatta particolare attenzione all'interferenza con l'elettrodotto ad alta tensione presente in zona: il posizionamento della rotatoria e lo studio del tracciato sono stati effettuati in modo che la piattaforma stradale non risulti sottoposta parallelamente alla catenaria in oggetto e in modo che il corpo stradale stia distanziato rispetto ai tralicci di una lunghezza superiore a 7.00 m, come da richiesta del gestore Terna.

Dopo lo scavalco in curva di alcuni corsi d'acqua, tra i quali il principale è quello della Roggia Maiocca alla distanza progressiva 231 m, si ha un tratto in rettilineo di circa 200 m, per poi volgere verso sinistra con una curva di raggio pari a 210 m. La curva termina alla distanza progressiva 890 m, innestandosi nella rotatoria in progetto sulla SP 159, rotatoria che il tracciato della TEEM sottopassa mediante la galleria artificiale di Cologno.

Il nodo stradale sulla SP 159 è riorganizzato mediante la realizzazione di una rotatoria in rilevato, avente i seguenti cinque rami: oltre all'asse "N", l'asse "J" di riquilifica della SP 159 (Opera connessa C24), l'asse "Q" di innesto di Via Libertà, l'asse "L" della variante alla SP 159 (Opera connessa C24) e l'asse "S" di innesto di Via Parma.

La rotatoria è composta da una aiuola circolare di raggio pari a 21.00 m, una carreggiata larga 7.00 m completata da banchine laterali da 1.00 m ciascuna, per un diametro esterno pari a 60.00 m.

I tracciati risultano essere completamente in rilevato, a quote variabili da 1.00 m a 1.50 m sul piano campagna.

## **4.2 Sezioni tipo**

### **4.2.1 Tracciato principale**

Considerate le caratteristiche del tratto esistente della SP 138 "Pandina" ed i volumi di traffico attesi, la variante alla stessa provinciale in oggetto è stata studiata con caratteristiche di strada locale in ambito extraurbano, tipo F1 come da D.M. 5/11/2001.

Per la strada di tipo F1 extraurbano, la piattaforma risulta costituita da due corsie di marcia e dalle banchine laterali, per una larghezza totale esclusi gli elementi marginali pari a 9.00 m. Le corsie sono di larghezza pari a 3.50 m, le banchine sono di larghezza pari a 1,00 m.

La piattaforma pavimentata in rilevato è completata ai lati da arginelli in terra di larghezza pari a 1.05 m, rialzati di circa 5.0 cm dal piano del finito e delimitati lungo il ciglio strada da cordolino 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, le opere di fondazione per l'installazione di barriere fono-assorbenti ed i corpi illuminanti.

Nei casi in cui la carreggiata stradale è affiancata da un percorso ciclabile, la piattaforma è integrata con la carreggiata destinata ai ciclisti, sempre pavimentata, avente larghezza utile pari a 2.50 m. Le due carreggiate risultano suddivise da un spartitraffico delimitato da cordoli in cls e finito con terreno da coltivo atto al posizionamento di una barriera di sicurezza metallica e ad una siepe di protezione; detto spartitraffico ha dimensione trasversale pari a 1.30 m in modo da garantire la larghezza utile al corretto funzionamento della barriera senza che questa invada lo spazio dedicato alla pista ciclabile.

Le scarpate sono realizzate con pendenza 4/7: i primi 30 cm di terreno saranno di tipo vegetale al fine di favorire l'inerbimento delle scarpate.

Il rilevato stradale viene realizzato su piano di posa preparato mediante scotico e bonifica del terreno, che consiste nella posa di un telo di geotessile sul fondo dello scavo,

successivo riempimento con materiale da rilevato sul quale va poi risvoltato il telo per una larghezza di 1.00 m su entrambi i lati.

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

#### **4.2.2 Rotatorie**

Le rotatorie in progetto presentano diverse dimensioni, in funzione del numero degli assi stradali vincolati e dei volumi di traffico attesi.

La rotatoria sulla SP 138 ha raggio interno pari a 16 metri, mentre la rotatoria sulla SP159 ha raggio interno pari a 21 metri.

Per tutte e due le rotatorie la piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari a 9.00 m costituita da corsia giratoria di 7.00 m affiancata da banchine in destra e sinistra pari a 1.00 metri. La pendenza trasversale corrente è pari al 1.50% verso l'esterno per la rotatoria con raggio interno pari a 16 metri, mentre verso l'interno per la rotatoria con raggio interno pari a 21 metri.

L'isola centrale della rotatoria di raggio interno pari a 16 metri è delimitata internamente da una corona sormontabile larga 2.00 m, avente pendenza trasversale del 5.00% verso l'esterno. L'isola centrale dell'altra rotatoria invece, è delimitata da cordoli in cls del tipo sormontabile a sezione trapezia. L'aiuola centrale sarà modellata con terreno di riporto proveniente dagli scavi e arredata a verde per mezzo di 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: nelle situazioni in rilevato è presente un arginello inerbito di larghezza pari a 1.30 metri. Le scarpate sono realizzate con pendenza al 4/7 e rivestite da uno strato di terreno vegetale dello spessore di 30 cm.

Per i rami monosenso ad una corsia la piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari a 5.50 m così composta: banchina pavimentata in sinistra di larghezza pari a 0.50 m, corsia da 4,00 m e banchina pavimentata in destra da 1.00 m. Gli elementi marginali rispettano quanto descritto per la viabilità principale.

#### **4.3 Drenaggio acque di piattaforma**

Lo scopo dello studio idrologico idraulico del presente progetto è stato mettere in evidenza e risolvere tutte le problematiche di tipo idraulico che si dovranno affrontare per la realizzazione della variante alla SP138 "Pandina" nell'abitato di Madonnina di Dresano.

A tale proposito si sono trattati aspetti riguardanti l'idrologia, il drenaggio delle acque di piattaforma e le attività progettuali volte a garantire l'invarianza idraulica del territorio.

Al fine di assicurare lo smaltimento delle acque meteoriche interessanti la sede viaria è stato progettato un sistema di drenaggio principalmente a gravità in grado di convogliare, con un margine di sicurezza adeguato, le precipitazioni intense verso i recapiti, rappresentati da fossi drenanti al piede dei rilevati stradali e, dove possibile, dai corsi d'acqua interferenti il tracciato stradale.

In questo secondo caso lo scarico consentito sarà dell'ordine dei 20 l/s  $h_{imp}$  come previsto dal PTUA della Regione Lombardia.

La metodologia adottata, sia in termini di criteri di dimensionamento che di scelte progettuali, nonché i coefficienti presi a riferimento per le verifiche idrauliche, sono stati definiti a partire dalle risultanze degli studi idrologici e idraulici generali contenuti nelle relazioni allegate al progetto dell'autostrada. Queste stabiliscono i vincoli e i criteri da seguire per la progettazione delle opere idrauliche sia del tracciato principale che delle viabilità interferite e connesse.

In allegato alla relazione tecnica vengono fornite tabelle riassuntive dei fossi drenanti dimensionati con indicate ubicazione, lunghezza, dimensioni (base e altezza) e volume del fosso in progetto, e dei collettori a servizio delle acque di piattaforma (ubicazione, diametro, lunghezza) ove presenti.

Inoltre è stata verificata e studiata l'interferenza tra il progetto e le aree di rispetto dei pozzi idropotabili eventualmente presenti: tali aree hanno una estensione di 200 m di raggio dall'ubicazione del pozzo. All'interno di tali aree la normativa vieta lo scarico di acque non trattate nei corpi idrici superficiali e profondi. In dette aree il sistema di drenaggio e laminazione deve essere adeguato di conseguenza.

Per aspetti più specifici si rimanda alla relazione tecnica specifica dell'opera ed agli elaborati grafici di riferimento,

#### **4.3.1 Idrologia**

E' stato effettuato uno studio idrologico al fine di determinare le portate che comportano la crisi delle diverse opere idrauliche presenti nel progetto. Gli eventi meteorici sono stati convenzionalmente suddivisi in eventi di breve durata, i cosiddetti scrosci ed eventi di lunga durata, superiori all'ora.

Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi pluviometrici si sono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche.

Per il dimensionamento delle opere idrauliche sono stati utilizzati i dati relativi ad eventi critici con i seguenti tempi di ritorno:

- Drenaggio acque di piattaforma, strade secondarie →  $Tr = 10$  anni
- Fossi di guardia, strade secondarie →  $Tr = 25$  anni

- Sistemi di laminazione, strade secondarie → Tr = 25 anni
- Impianti di sollevamento, strade secondarie → Tr = 25 anni

#### **4.3.2 Drenaggio acque di piattaforma**

La raccolta e l'allontanamento delle acque piovane dalle superfici stradali rappresentano problemi che potrebbero definirsi di idraulica minore, per le portate modeste e per la semplicità degli schemi di raccolta e di smaltimento.

Tuttavia una non corretta e superficiale soluzione di tali problemi può causare una serie di problemi e disagi, quali, ad esempio:

- ✓ il ristagno delle acque e/o un loro troppo lento allontanamento che, oltre a provocare la formazione di traffico, provoca una ben più grave eccessiva riduzione delle condizioni di sicurezza dei veicoli;
- ✓ frequenti allagamenti di eventuali sottopassi e scantinati di fabbricati limitrofi ai tracciati.

Per quanto riguarda i tratti in rilevato, le acque defluenti dalla sede stradale verranno raccolte ai margini della piattaforma stradale con l'utilizzo di embrici in CA ad interasse massimo di 25 m, che le convogliano in fossi di guardia drenanti, a meno che non nascano esigenze particolari dovute all'impossibilità di ubicare i fossi di guardia ricettori: in questo caso il drenaggio avviene tramite caditoie grigliate poste ad interasse variabile in funzione della geometria della strada (generalmente 25 m nel caso di tratti a doppia pendenza, 15 metri in caso di tratti a singola falda).

Si è provveduto ad inserire elementi di drenaggio anche nei tratti di semplice riquadratura della piattaforma, per avere una funzionalità maggiore del sistema di drenaggio e per ovviare a zone di mancanza del sistema stesso.

#### **4.3.3 Invarianza idraulica del territorio**

La realizzazione dell'opera stradale in progetto comporta l'impermeabilizzazione di superfici agricole mettendo in evidenza diverse problematiche connesse con lo smaltimento delle acque meteoriche: in particolare si possono avere conseguenze idraulico-quantitative, date dall'insufficienza dei corsi d'acqua ricettori e delle reti di fognatura esistenti.

Il presente progetto si prefigge di garantire l'invarianza idraulica del territorio: essa è definita come *“la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dalla stessa”*.

Nel caso specifico dell'opera stradale in progetto l'incremento di portata dovuto alla nuova impermeabilizzazione viene assorbito dal sistema di drenaggio attraverso l'invaso nei fossi di guardia, essi infatti hanno una sezione idraulica dimensionata non per la funzione di drenaggio delle portate bensì per la loro funzione di invaso delle acque.

L'invarianza idraulica sarà garantita per tutti gli assi stradali che comportino un aumento delle superfici impermeabili.

I fossi stradali in progetto sono del tipo drenante: tale scelta risulta di fondamentale importanza per restituire alle falde quel contributo di acque piovane che altrimenti verrebbe sottratto dalla realizzazione dell'infrastruttura.

Nel dimensionamento dei fossi drenanti, a favore di sicurezza, non è stata considerata la quota parte di portata persa per infiltrazione: questo per permettere il corretto funzionamento dei fossi stessi anche nei periodi nei quali l'altezza della falda potrebbe ridurre l'infiltrazione e per ovviare a zone a scarsa permeabilità; per tale motivo sono stati inseriti dei manufatti di regolazione della portata in uscita verso i ricettori finali.

In funzione delle opere stradali da realizzare e del territorio attraversato non è stato possibile il rispetto dell'invarianza idraulica solo tramite l'utilizzo dei fossi di guardia drenanti: nei tratti stradali in attraversamento ad aree di rispetto di pozzi idropotabili, ad esempio, tali fossi sono previsti rivestiti, mentre nei tratti nei quali non è possibile ubicare i fossi di guardia la laminazione è realizzata mediante un sovradimensionamento delle tubazioni di drenaggio. Nel caso specifico non sono presenti nelle vicinanze pozzi di adduzione per acque ad uso idropotabile.

#### **4.4 Sovrastrutture e pavimentazioni**

In funzione del traffico previsto, delle caratteristiche del sottofondo della vita utile della pavimentazione, si è proceduto alla verifica secondo il metodo AASHO del pacchetto di pavimentazione qui sotto.

L'intera sovrastruttura per la viabilità in progetto prevede uno spessore totale di 39 cm; procedendo dal piano d'appoggio verso la superficie viabile sono stati previsti i seguenti strati:

- sottofondazione in misto granulare stabilizzato, spessore cm 20;
- strato di base in conglomerato bituminoso (tout-venant) spessore cm 10;
- strato di collegamento (binder) spessore cm 5;
- tappeto d'usura chiuso spessore cm 4.

Per le zone attualmente già pavimentate si prevede una fresatura dei manti di usura e collegamento e successiva ricostruzione alle quote progetto; analogo trattamento è previsto per le tratte di raccordo.

La pavimentazione delle piste ciclabili presenta uno spessore totale di 36 cm nel caso di piano viabile asfaltato e uno spessore totale di 40 cm nel caso di piano viabile sterrato;

procedendo dal piano di appoggio verso la superficie viabile sono stati previsti i seguenti strati:

*Pavimentazione in conglomerato bituminoso:*

- sottofondazione in misto granulare stabilizzato, spessore cm 30;
- strato di collegamento (binder) spessore cm 5;
- tappeto d'usura spessore cm 4.

*Pavimentazione bianca in glorit:*

- sottofondazione in misto granulare stabilizzato, spessore cm 30;
- stabilizzato con cemento e additivo in "glorit" cm 4.

La pavimentazione delle strade poderali presenta uno spessore totale di 30 cm nel caso di piano viabile asfaltato e uno spessore totale di 50 cm nel caso di piano viabile sterrato; procedendo dal piano di appoggio verso la superficie viabile sono stati previsti i seguenti strati:

*Pavimentazione in conglomerato bituminoso:*

- sottofondo stabilizzato con materiale da rilevato, spessore cm 20;
- strato di collegamento (binder) spessore cm 10;

*Pavimentazione bianca in glorit:*

- sottofondo stabilizzato con materiale da rilevato, spessore cm 30;
- stabilizzato con cemento cm 25.

Per i marciapiedi è prevista una pavimentazione in asfalto colato e graniglia monogranulare di spessore pari a 2 cm, posata su un massetto in cls armato con rete elettrosaldata di 15 cm di spessore, il tutto adagiato su uno strato di magrone dello spessore di 10 cm. Per le corone sormontabili delle rotatorie è previsto invece l'utilizzo di una pavimentazione in porfido dello spessore complessivo di 48 cm composta da uno strato di fondazione di 20 cm, un massetto in cls armato con rete elettrosaldata di 15 cm, letto di sabbia di 5 cm e cubetti in porfido di 8 cm di spessore.

#### **4.5 Barriere di sicurezza**

Le barriere di sicurezza inserite lungo il tracciato principale e sulla viabilità minore sono state individuate sulla base di quanto indicato nei Decreti del 3 giugno 1998 e del 11 giugno 1999, aggiornati dal D. Min.Infrastrutt.Trasporti 21/06/2004, che recepisce ed



uniforma la normativa di riferimento italiana agli indirizzi richiamati dalla normativa Europea.

La scelta delle barriere di sicurezza da adottare è avvenuta tenendo conto della loro destinazione e ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada, nonché di quelle del traffico che interesserà l'arteria, classificato in ragione dei suoi volumi di Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi (TGM), e dell'incidenza % di veicoli di peso superiore a 35 kN sul totale.

Risultando, sulla base dei dati di traffico a disposizione, per le viabilità extraurbane in progetto un traffico caratterizzato da un TGM superiore a 1000 unità con presenza di veicoli aventi massa superiore ai 3 000 kg maggiore del 15% del traffico totale, le barriere di sicurezza sono state progettate considerando una condizione di traffico di tipo III.

Il D.M. 21.06.2004 fornisce la classe minima da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico, come riportato nella tabella seguente.

classi minime di barriere per autostrade e strade urbane e extraurbane

| Tipo di strada                                     | Traffico | Destinazione barriere               |                                     |                                  |
|--|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
|  |          | Barriere spartitraffico<br><b>a</b> | Barriere bordo laterale<br><b>b</b> | Barriere bordo ponte<br><b>c</b> |
| Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B) | I        | H2                                  | H1                                  | H2                               |
|  | II       | H3                                  | H2                                  | H3                               |
|  | III      | H3-H4                               | H2-H3                               | H3-H4                            |
| Strade extraurbane secondarie (C)                  | I        | H1                                  | N2                                  | H2                               |
|  | II       | H2                                  | H1                                  | H2                               |
| Strade urbane di scorrimento (D)                   | III      | H2                                  | H2                                  | H3                               |
| Strade urbane di quartiere (E)                     | I        | N2                                  | N1                                  | H2                               |
|  | II       | H1                                  | N2                                  | H2                               |
| Strade Locali (F)                                  | III      | H1                                  | H1                                  | H2                               |

Il D.M. 3 giugno 1998, introduce il concetto di salvaguardia dell'utenza autostradale imponendo il rispetto degli indici di severità nei confronti dei passeggeri valutando la capacità di assorbimento dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento.

Coerentemente con i D.M. sopra menzionati, ai fini della limitazione degli effetti dell'urto per gli occupanti dei veicoli leggeri, sono previste barriere con un livello di severità di classe A, ad eccezione dei tratti ritenuti particolarmente pericolosi, in cui il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza, dove saranno utilizzate barriere con un livello di severità di classe B.

Il progetto del posizionamento degli elementi di ritenuta tiene anche conto delle caratteristiche geometriche della sede stradale e della compatibilità dei dispositivi con gli spazi disponibili (larghezza di lavoro *W*), le opere di mitigazione ambientale e gli altri vincoli esistenti.

In particolare entro lo spazio a tergo della barriera individuato dal *W* non è possibile inserire ostacoli fissi che possono compromettere il corretto funzionamento delle barriera stessa: questo input progettuale è stato assunto come elemento di prima importanza in tutte le fasi dello studio, con lo scopo di poter definire geometrie stradali, elementi marginali ed opere complementari coerenti con un approccio integrato alla progettazione stradale.

Conseguentemente per le **strade tipo F** sono state previste nelle varie situazioni le seguenti classi minime di barriere:

- Spartitraffico:                    classe H1    Livello di funzionamento W6
- barriere bordo laterale:        classe H1    Livello di funzionamento W6
- barriere bordo opera:            classe H2    Livello di funzionamento W5

La tipologia delle barriere da prevedere per il bordo laterale, spartitraffico e su opera d'arte sarà quella di barriera metallica a nastri. I dispositivi impiegati nei primi due casi dovranno essere caratterizzati da un livello di severità di classe A. Per la protezione dei margini di ponti, viadotti e sottovia, di luce superiore a 10m, potrà essere adottata in progetto una barriera con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe e del materiale previsti e con le caratteristiche di deformazione compatibili con le larghezze dei cordoli previsti in progetto.

## 4.6 Segnaletica verticale e orizzontale

La progettazione della segnaletica è stata redatta in conformità alle normative vigenti di seguito elencate:

1. Nuovo Codice della Strada di cui al D.lgs. n. 285 del 30 aprile 1992;
2. Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada di cui al D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992;

Per quanto concerne la segnaletica orizzontale, è stato previsto quanto di seguito:

- strisce continue di margine di larghezza pari a 15 cm;
- strisce continue di separazione delle corsie di marcia di larghezza pari a 15 cm;
- strisce discontinue di separazione delle corsie di marcia di larghezza pari a 15 cm, lunghezza pari a 4,50 m, distanziate di 3,00 m;
- strisce discontinue in corrispondenza delle piazzole di sosta, accessi e passi carrai di larghezza pari a 15 cm lunghezza pari a 1,00 m, distanziate di 1,00 m
- zebraure di incanalamento sulle cuspidi di larghezza pari a 30 cm ad intervalli di 60 cm entro le strisce di raccordo;
- frecce direzionali secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- frecce di rientro impiegate in avvicinamento alle strisce continue secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- strisce trasversali di arresto di larghezza pari a 50 cm;
- strisce trasversali di dare precedenza costituite da serie triangoli con la punta rivolta verso i conducenti in arrivo di altezza pari a 70 cm e larghezza pari a 40 cm.

Per quanto concerne la segnaletica verticale, sono stati previsti i cartelli di serie normale. Si hanno pertanto le seguenti dimensioni:

- cartelli triangolari di pericolo di lato pari a 90 cm;
- cartelli di obbligo e divieto circolari di diametro pari a 60 cm;
- delineatori modulari di curva quadrati da 60 cm di lato.

## 4.7 Opere d'arte minori

Lungo lo sviluppo del tracciato di progetto sono previsti una serie di attraversamenti idraulici costituiti da manufatti scatolari o circolari di ridotte dimensioni.

Le sezioni a telaio chiuso di piccola luce ben si prestano ad offrire una buona diffusione delle pressioni sul terreno, ragion per cui, almeno per le opere a carattere idraulico, le fondazioni sono di tipo diretto senza la necessità di provvedere ad uno specifico consolidamento del terreno di imposta.

Di seguito si riporta la tabelle delle opere minori previste in progetto.

| <b>N</b> | <b>DESCRIZIONE</b>   |
|----------|--|
| 1        | CANALE - TOMBINO IDRAULICO 2,00X1,30M IN C.A. - L=14,73M PROGR. KM 00+040,00 (IN1X400)         |
| 2        | ROGGIA MAIOCCA - TOMBINO IDRAULICO 3,00X1,50M IN C.A. - L=17,04M PROGR. KM 00+231,44 (IN1X401) |
| 3        | CANALE - TOMBINO IDRAULICO 2,00X1,00M IN C.A. - L=17,34M PROGR. KM 00+238,94 (IN1X402)         |
| 4        | CANALE - TOMBINO IDRAULICO 2,00X1,00M IN C.A. - L=11,88M PROGR. KM 00+475,99 (IN1X403)         |
| 5        | CANALE - TOMBINO IDRAULICO D 800 IN C.A. - L=13,60M PROGR. KM 00+830,29 (IN1X404)              |
| 6        | ROGGIA FRATTA - TOMBINO IDRAULICO 3,00X1,50M IN C.A. - L=7,18M PROGR. KM 00+102,47 (IN1X406)   |
| 7        | CANALE - TOMBINO IDRAULICO 2,00X1,30M IN C.A. - L=17,79M PROGR. KM 00+132,96 (IN1E001)         |
| 8        | CANALE - TOMBINO IDRAULICO 2,00X1,50M IN C.A. - L=7,55M PROGR. KM 00+094,47 (IN1E002)          |

## 5. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Gli impianti elettrici e di illuminazione da realizzare nell'area di intervento sono stati progettati in conformità a:

- Norme CEI 64.8 - Sez. 714 "Impianti di illuminazione situati all'esterno"
- Legge n° 17/2000 e s.m.i. della Regione Lombardia "Misure urgenti per la lotta all'inquinamento luminoso e risparmio energetico;
- Norme UNI 11248 "Illuminazione stradale – selezione della categoria"
- Norme EN 13201 "Illuminazione stradale";
- D.R.G. VII/20829 "Linee guida per la progettazione delle zone di intersezione";

### 5.1 Classificazione della viabilità

La tipologia del tipo di strada e dell'ambito territoriale è eseguita secondo quanto indicato dalla normativa UNI 11248 e per la definizione della strada secondo D.R.G. VII/20829.

Ai sensi del Nuovo Codice della Strada (D.Lgs 30/04/1992 n° 285) le strade di accesso alla rotonda sono classificate come:

"Strade extraurbane secondarie" di tipo "C" con velocità di 70/90km/h.

Sono presenti anche strade di accesso alle rotonde classificate come "Strade extraurbane locali" con categoria inferiore, ma ai fini della determinazione della categoria illuminotecnica si considera quella superiore di tipo "C" come previsto dalle Norme UNI 11248.

Si è proceduto all'analisi dei rischi secondo Art. 7 delle Norme UNI 11248 ai fini di determinare la categoria illuminotecnica di riferimento e quella di esercizio.

Dal prospetto 1 delle Norme UNI 11248, corrisponde una categoria di riferimento definita **ME3a** e sempre in base a tale normativa, la rotonda a raso che costituisce "zona di conflitto" in quanto i flussi di traffico motorizzato si intersecano fra loro, per la stessa andrà adottato un livello di flusso luminoso maggiore del 50% rispetto al maggiore tra quelli delle strade di accesso; per cui applicando il prospetto "6" si ottiene che la categoria di riferimento è la **CE2** mentre la categoria di esercizio è la **CE1**.

Per quanto riguarda la pista ciclo-pedonale attigua si fissa come categoria illuminotecnica **S1** quella ottimale ai fini della sicurezza in conformità alle norme EN 13201.

Quindi a seguito dell'analisi rischi si può determinare il seguente quadro prestazionale.

|                               | <i>Viabilità</i>    | <i>Rotatoria</i> | <i>Intersezione</i> | <i>Pista ciclo-pedonale</i> |
|-------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|
| → Categoria illuminotecnica : | ME3a                | CE1              | CE1                 | S1                          |
| → Luminanza sede stradale :   | 1 cd/m <sup>2</sup> |                  |                     |                             |
| → Illuminamento :             |                     | 30 lux           | 30 lux              | 15 lux                      |
| → Illuminamento minimo :      |                     |                  |                     | 5 lux                       |
| → Uniformità Uo :             | 0,4                 | 0,4              | 0,4                 |                             |
| → Uniformità UL :             | 0,7                 |                  |                     |                             |
| → Abbagliamento debilitante : | TI%=15              |                  |                     |                             |
| → SR :                        | 0,5                 |                  |                     |                             |

Detti valori sono già comprensivi della riduzione del 20% dovuto al naturale degrado della sorgente luminosa e della sporcizia del vetro di protezione.

## 5.2 Punto di consegna energia

Si prevedono n°2 punti di consegna energia:

- da 15kW/380V per gli impianti presso rotatoria S.P. 138/S.P. 159;
- da 6kW/220V per gli impianti presso rotatoria S.P. 138.

I gruppi di misura saranno collocati all'interno dell'apposito vano del contenitore del Quadro Elettrico con relativo sviluppo dell'impianto di terra con dispersori a picchetto e connessi con corda di rame isolata Giallo/Verde da 16mmq.

I Quadri Elettrici saranno con regolatore di tensione ai fini del risparmio energetico ed in grado di elevare da 12.000 ad oltre 36.000 ore la durata funzionale delle sorgenti luminose, ottemperando l'Art. 6 della Legge Regionale n°17/2000.

Tali quadri saranno completi dell'interruttore differenziale auto ripristinabile e quindi insensibile alle sovratensioni di origine atmosferica e predisposti per futuri completamenti per il telecontrollo tramite modem GSM.

## 5.3 Sviluppo degli impianti

Ai fini della sicurezza tutti gli impianti sono previsti con componenti a doppio isolamento ai fini di evitare la distribuzione del conduttore di protezione PE.

L'impianto è stato previsto per un funzionamento con le seguenti caratteristiche:

- tensione di accensione: 205V
- tensione di servizio serale : 220V (dall'imbrunire alle ore 22.00/22.30)
- tensione di servizio notturno: 170V (dalle ore 22.00/22.30 all'alba)

che consente di ridurre i costi di gestione annui dell'ordine del 32/35% e di raddoppiare la vita utile delle sorgenti luminose.