

Arch. Enrico Salvalai

Via Panoramica 27, Zone (Bs)
mail: enrico.salvalai@gmail.com
enrico.salvalai@archiworldpec.it
C.F. SLV NRC 77E20 E333J
P.IVA 02520020989

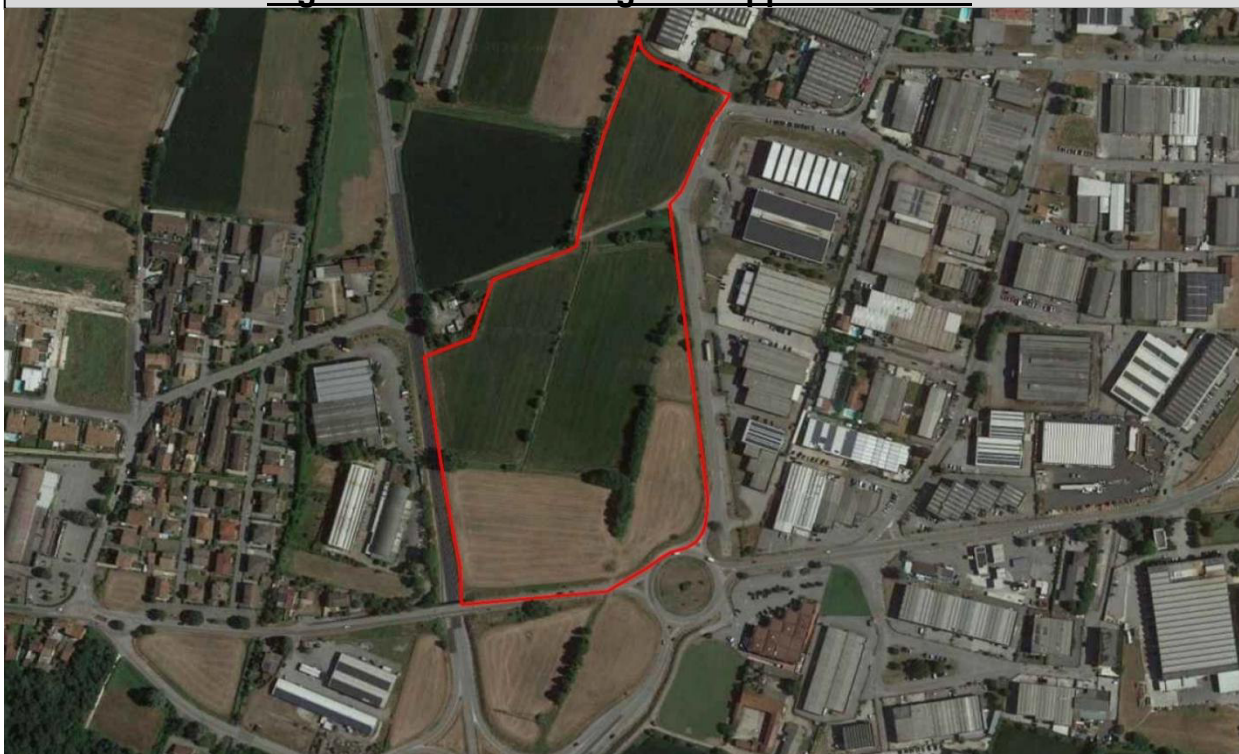


COMUNE DI MANERBIO

PIANO ATTUATIVO CONFORME AL PGT
“ADT n. 4” - PRODUTTIVO
art. 14 c.1 della L.R. 12/2005

**B.1.4 - Relazione Generale Tecnico Specialistica per le nuove opere di
urbanizzazione stradali**

Ing. Gianni Vescia – Ing. Giuseppe Ciccarone



Committente:

LO.GI.MAN. S.R.L. a socio unico con sede in Crema (CR), Via Della Fiera n. 12 capitale
euro 1.000.000,00 iscritta nel Registro delle Imprese di Cremona, Mantova, Pavia e
Codice Fiscale 01332100195, N. REA CR, 162193, Partita IVA 01332100195
Dott. Luigi Brega

Zone, Aprile 2026



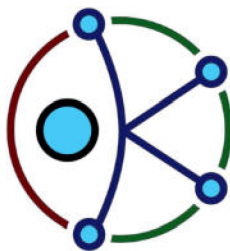
Il tecnico:

Arch. Enrico Salvalai

Documento informatico firmato digitalmente ai
sensi del D.Lgs 82/2005 s.m.i. e norme collegate

Arch. Enrico Salvalai

Via Panoramica 27 - 25050 Zone (Bs)
Cell. +39.3477172565
E-mail enrico.salvalai@gmail.com



KC Design
Pianificazione, progettazione
Infrastrutture viarie
via Felice Matteucci, 25/27
20862 ARCORE (MB)
Tel. +39 0398661068
+39 329.1860800
segreteria@kcdesign.it

Comune di:

MANERBIO

Provincia di:

BRESCIA

Progetto:

PIANO ATTUATIVO AT4 OPERE PUBBLICHE - VIABILITA'

Committente

Progettista:



Dott. Ing. Giuseppe Ciccarone



Dott. Ing. Giovanni Vescia

Oggetto:

Relazione Generale Tecnico Specialistica

Data:

03.11.2025

Scala:

Elaborato:

R.01

REV	Data	REVISIONE	Redatto	Controllato	Approvato
5					
4					
3					
2					
1					
0	03.11.2025	EMISSIONE	V.I.	G.C.	G.C.



INDICE

1.	Premessa	3
2.	Riferimenti normativi	4
3.	Inquadramento macro-urbanistico dell'ambito d'intervento	5
4.	Relazione tecnica progetto	6
4.1	Concezione del sistema di sicurezza	6
4.2	Dati dimensionali	6
5.	Disponibilità – acquisizione delle aree	10
6.	Opere complementari e caratteristiche tecniche e prestazionali dei materiali	11
6.1	Pavimentazione stradale	11
6.2	Pavimentazione isole spartitraffico	11
6.3	Pavimentazione corona sormontabile della rotatoria	12
6.4	Cordoli	12
6.5	Segnaletica	12
7.	Rete di smaltimento acque – Relazione idraulica	13
7.1	Riferimenti normativi	13
7.2	Dati di progetto	15
7.2.1	Parametri idrologici di progetto e metodi di calcolo	15
7.3	Opere in progetto	19
8.	Impianti di illuminazione	24
8.1	Riferimenti Normativi	24
8.2	Progetto illuminotecnico	24
8.3	Analisi dei rischi	27
8.3.1	Categoria di progetto assi stradali, intersezioni	28
8.6	Apparecchi illuminanti	29
8.7	Previsione di progetto	30



9. Gestione delle interferenze.....31

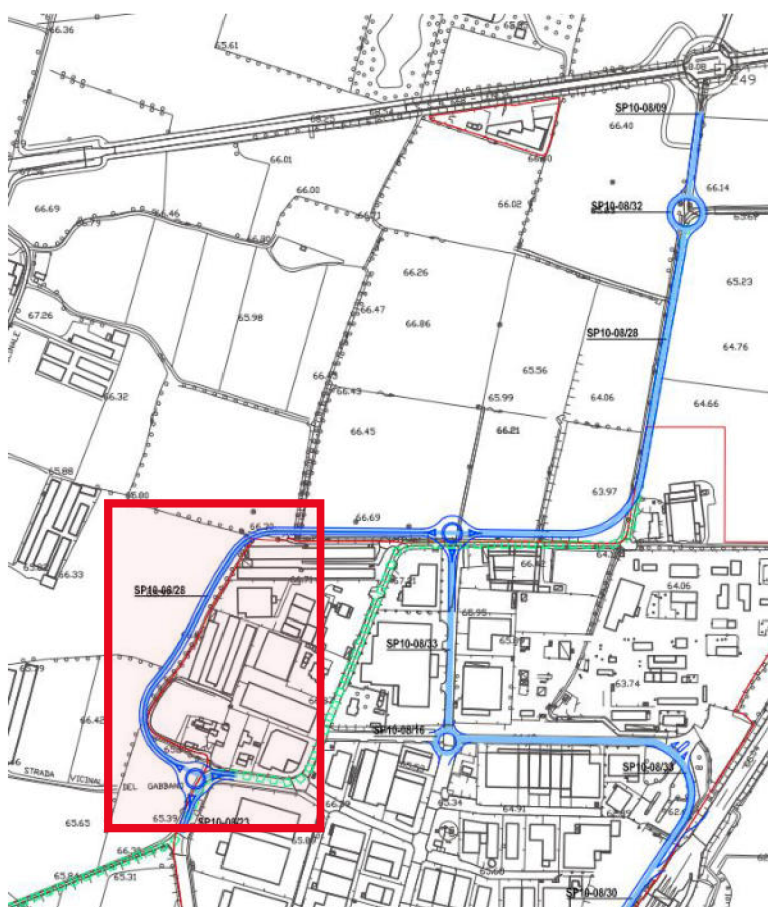


1. PREMESSA

In relazione al Piano Attuativo AT4 in Comune di Manerbio (BS), il presente progetto tratta delle opere stradali e di urbanizzazione connesse all'intervento, che consistono nella realizzazione di una bretella stradale esterna all'area industriale e di un'intersezione a rotatoria tra la Strada per Porzano e la nuova viabilità.



Si tratta di una prima porzione di un progetto a scala più ampia, presente negli strumenti di programmazione sia comunali che provinciali, che prevede la riqualificazione della Strada per Porzano fino alla connessione con la SP668 come mostrato nella Figura seguente estratta dalla Tavola della Mobilità di progetto del PGT di Manerbio del 2023.



2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per il corretto dimensionamento delle infrastrutture sono stati utilizzati i seguenti riferimenti normativi:

- D.M. 5 novembre 2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.M. 22 aprile 2004, n.67/S. Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 19 aprile 2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;
- Bollettino Ufficiale Regione Lombardia 31 ottobre 2006 “Elementi tecnici e puntuali inerenti ai criteri per la determinazione delle caratteristiche funzionali e geometriche per la costruzione dei nuovi tronchi viari e per l’ammodernamento ed il potenziamento dei tronchi viari esistenti ex art.4, r.r. 24 aprile 2006, n.7”;
- L.R. 20 febbraio 1989, n.6 “Norme sull’eliminazione delle barriere architettoniche e prescrizioni tecniche di attuazione”;

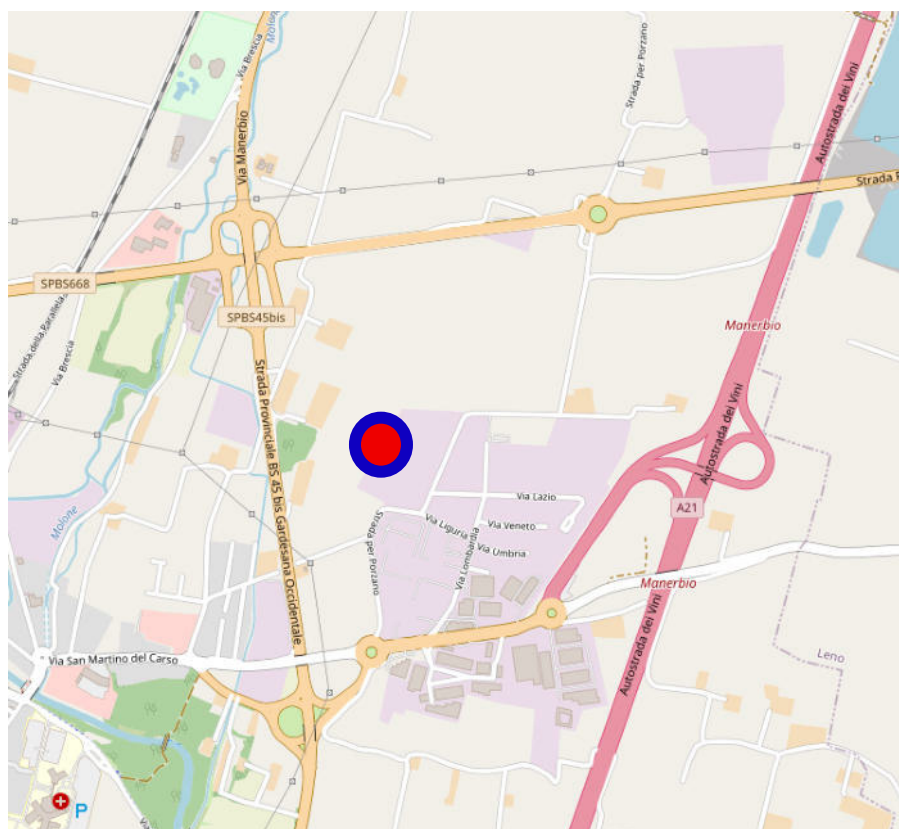


- D.LGS 30 aprile 1992, n.285 e s.m.i. “Nuovo Codice della Strada”;
- D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e s.m.i. “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada”.

3. INQUADRAMENTO MACRO-URBANISTICO DELL’AMBITO D’INTERVENTO

L’ambito oggetto dell’intervento si trova nella porzione nord-est del territorio comunale di Manerbio e gode di un ottimo livello di accessibilità grazie alla sua localizzazione in prossimità di diverse strade principali, tra cui:

- Autostrada A21 Torino-Piacenza-Brescia che corre a est dell’ambito con un casello proprio in corrispondenza della principale strada di accesso al comune, via san Martino del Carso, su cui si attesta la Strada per Porzano oggetto della riqualificazione;
- SP668 ex strada statale Lenese che mette in comunicazione la Bassa Bresciana con il lago di Garda e corre a nord dell’ambito;
- SS45bis Gardesana Occidentale, strada principale che collega Brescia a Cremona che corre ad ovest dell’ambito e scambia attraverso una rotatoria con la Strada per Porzano oggetto della riqualificazione;





4. RELAZIONE TECNICA PROGETTO

Verranno di seguito analizzate le caratteristiche geometrico-funzionali delle soluzioni progettuali adottate, ponendo particolare attenzione al fatto che è l'insieme di tutti gli interventi previsti che consente un riassetto generale della viabilità tale da garantire la fluidità e la sicurezza necessarie per l'intera area.

4.1 CONCEZIONE DEL SISTEMA DI SICUREZZA

Tutte le opere sono pensate e dimensionate seguendo scrupolosamente la normativa vigente. Particolare attenzione è posta al rispetto del codice della strada e alle leggi in materia di abbattimento delle barriere architettoniche, al fine di preservare la sicurezza di tutti gli utilizzatori delle infrastrutture progettate.

L'oggetto principale dell'intervento è la corretta connessione tra le aree e la gestione in sicurezza di manovre e flussi di traffico esistenti e previsionali.

4.2 DATI DIMENSIONALI

L'intervento stradale prevede la realizzazione di una rotatoria di 40,00 metri di diametro esterno a tre bracci in corrispondenza di una attuale curva ad angolo quasi retto sulla Strada per Porzano; l'anello circolatorio è composto da corsia di 8,00 metri, con banchina esterna di 1,00 metro e interna di 0,50 metri oltre ad anello sormontabile di 2,00 metri in accordo con la tabella al paragrafo 3.A.2 dell' Allegato 2 della RR n°7 del 2006 'Norme tecniche per la costruzione delle strade'. Anche le dimensioni dei raggi di raccordo delle corsie di ingresso e uscita dalla rotatoria, la larghezza delle stesse sono state progettate in accordo con la legge sopracitata.

Dalla rotatoria si stacca verso ovest il terzo braccio, oltre ai due della Strada per Porzano, che corre a lato di un ambito industriale, su area attualmente a campagna, per circa 580 metri, intersecando in più punti il reticolo dei canali agricoli, che richiederanno l'intubamento per dei brevi tratti e la realizzazione della viabilità ad una quota di circa 70/90cm più alta del piano campagna.

A entrambi i lati della strada saranno previste quindi leggere scarpate per raccordare la quota della strada e della campagna e sul lato est della strada sarà previsto anche un fosso di guardia con trincea drenante che possa fungere da sistema di smaltimento delle acque della strada.

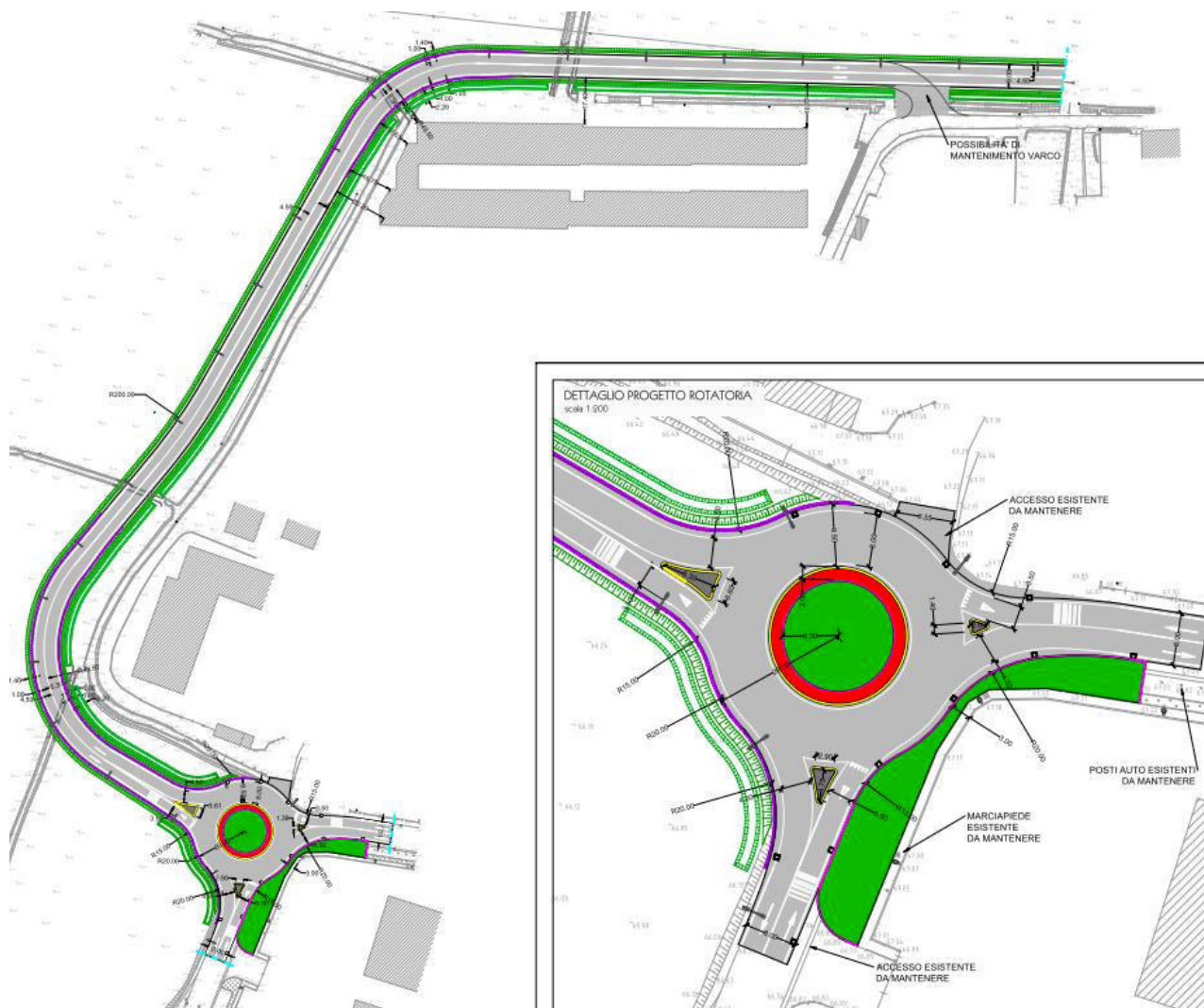


La strada sarà a doppio senso classificata come categoria F Locale extraurbana con corsie di 3,50 metri oltre a banchina di 1,00 metro; In corrispondenza delle due curve presenti sul tracciato sarà realizzato un allargamento di corsia di circa 86,00 cm per permettere il transito in sicurezza di tutti i mezzi.

Sono previste anche delle barriere stradali del tipo H2 Bordo Rilevato installate in corrispondenza dell'innesto del nuovo ramo in rotatoria e dei due tratti in curva sulla nuova strada di progetto.

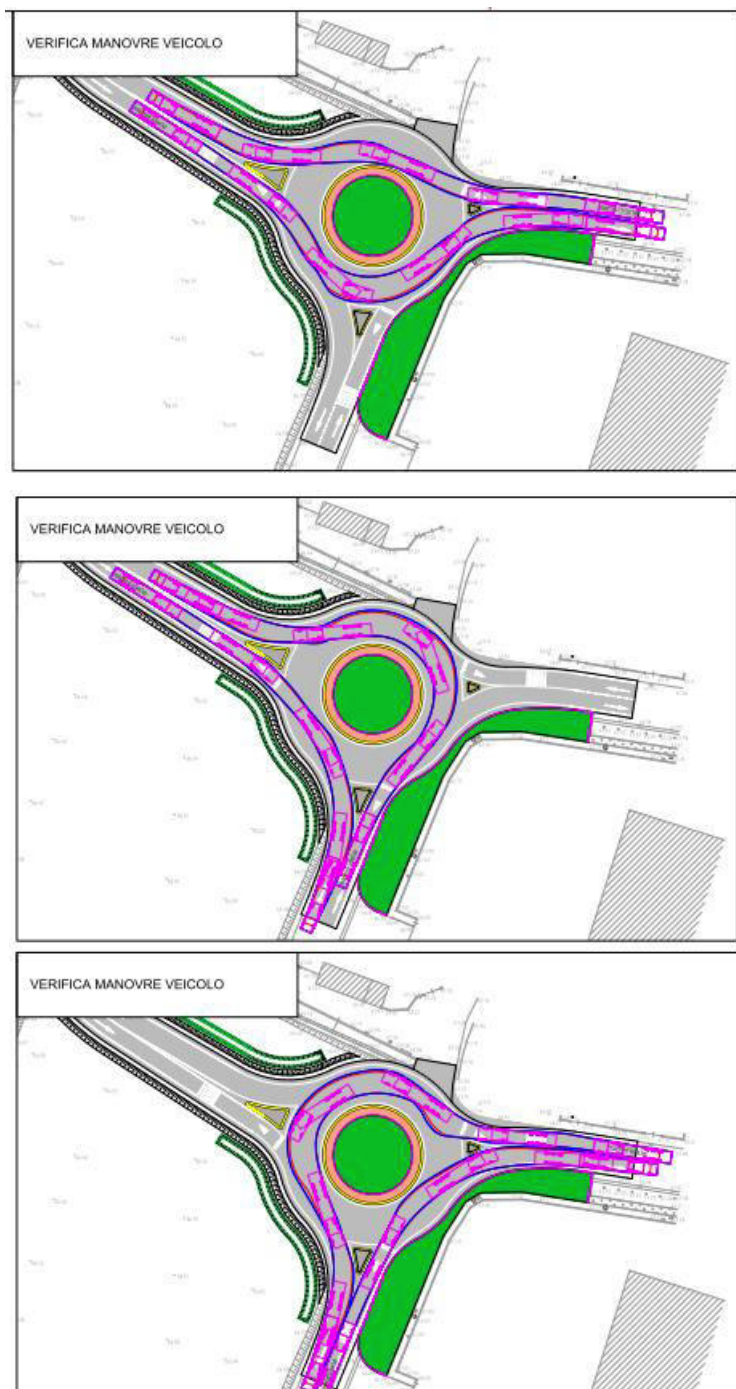
Il progetto prevede l'adeguamento dell'aiuola verde a lato est dei due bracci della Str. per Porzano eliminando qualche posto auto presente in modo da non avere la sosta troppo a ridosso degli innesti in rotatoria.

Di seguito un estratto della Tavola T02 – Planimetria di progetto.





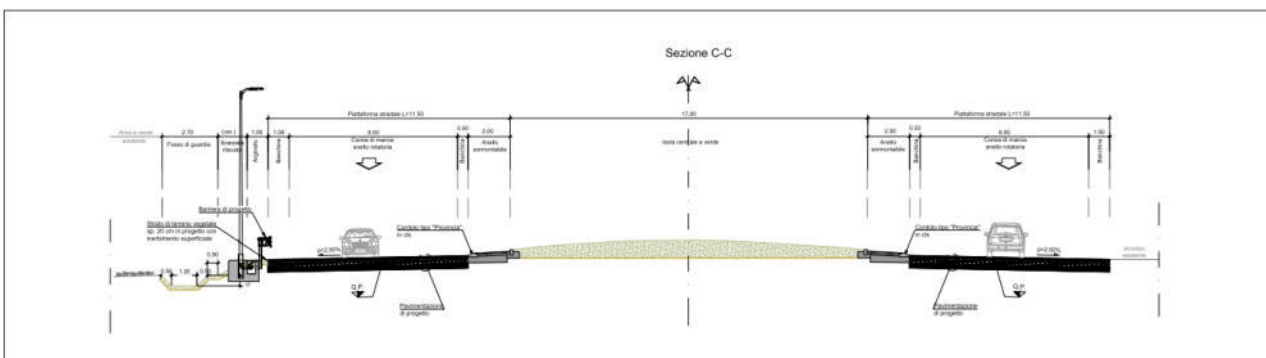
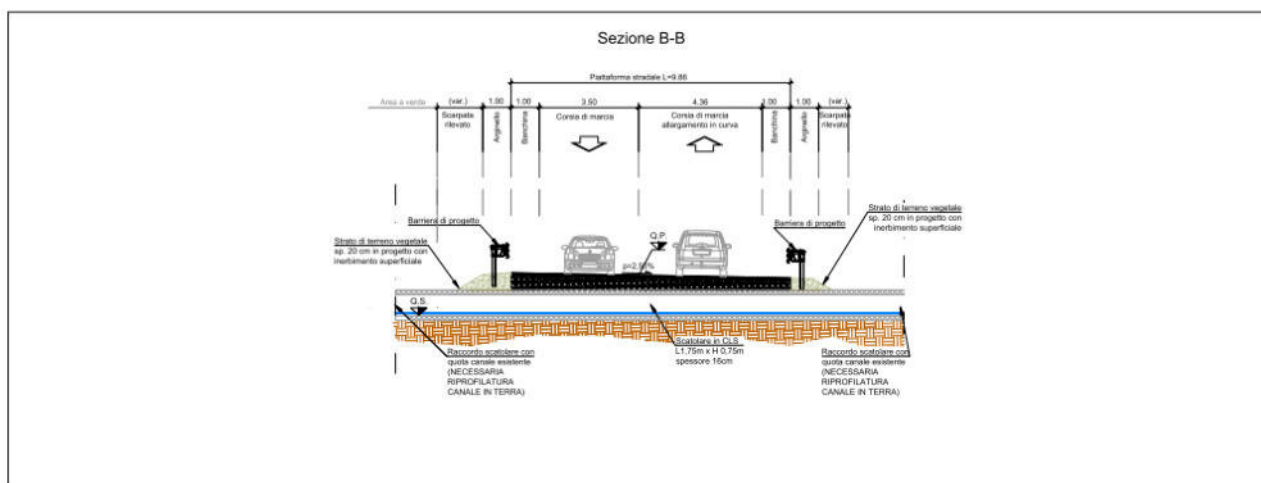
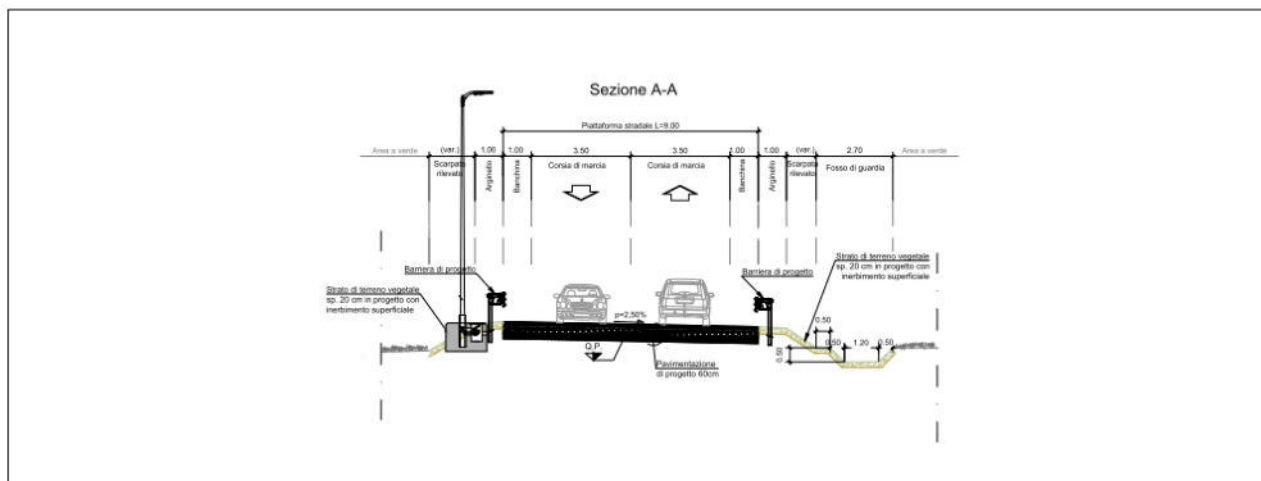
La dimensione delle isole spartitraffico e delle banchine, all'occorrenza opportunamente maggiorate, è tale da consentire in sicurezza tutte le svolte/manovre attuabili dai mezzi ivi previsti (Tavola T05-Verifiche geometriche della rotatoria e manovre mezzi).



In rotatoria il tratto in allargamento su terreno agricolo e tutta la nuova viabilità verso ovest sarà dotato di nuovo pacchetto di pavimentazione stradale mentre sulla porzione già esistente di staranno scarificati e ripristinati gli strati più superficiali di binder e usura.



Di seguito un estratto della Tavola T07 – Sezioni tipologiche, dove vengono mostrati tutti i dati dimensionali dell'intervento; le sezioni A e B sono localizzate sulla nuova viabilità, la una sul rettilineo e una in curva, mentre la C riguarda la rotatoria.



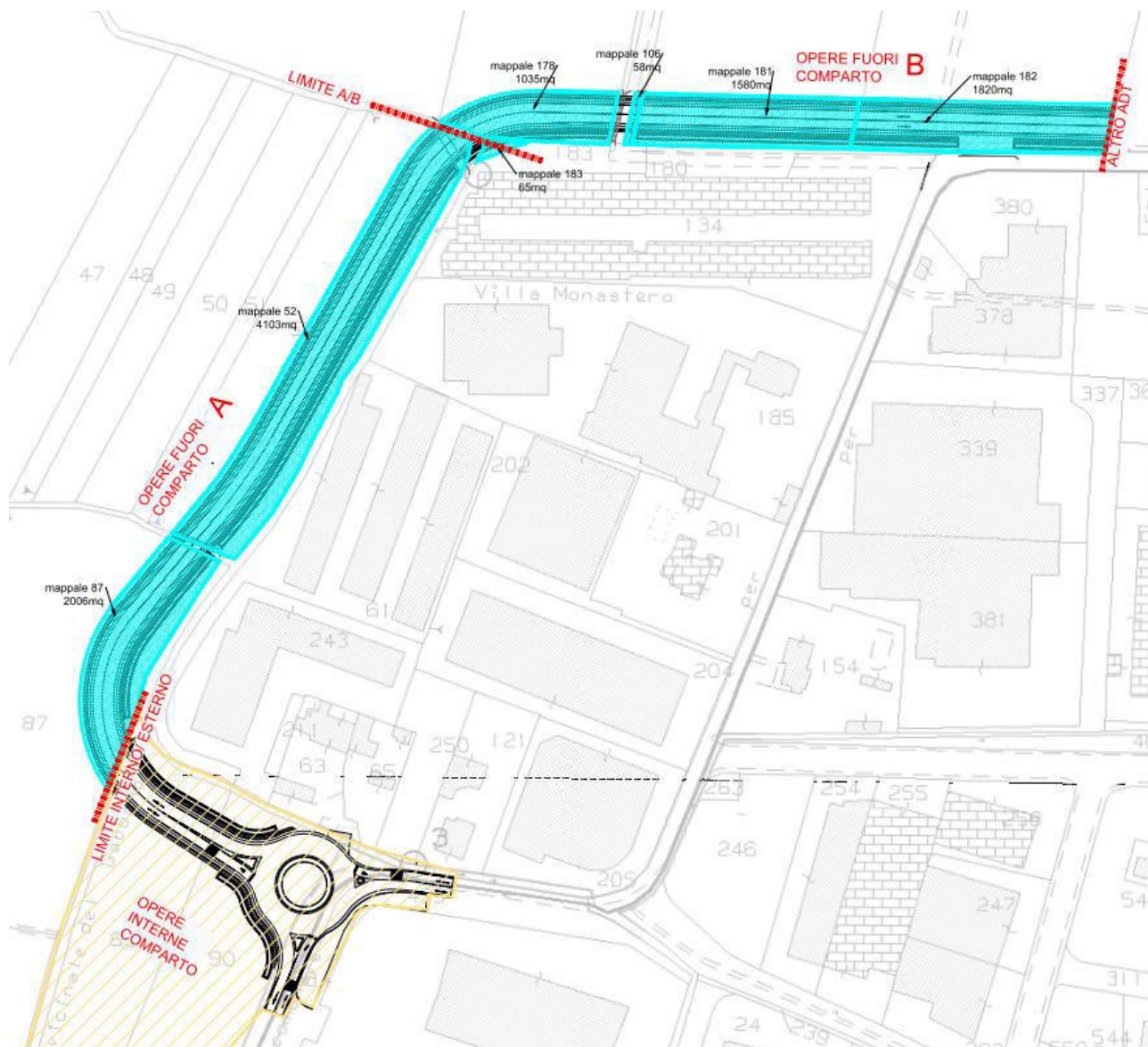


Tutti gli interventi saranno dotati dei necessari impianti di illuminazione e rete di smaltimento acque, come meglio descritti nei paragrafi seguenti.

5. DISPONIBILITÀ – ACQUISIZIONE DELLE AREE

La proposta progettuale insiste su aree in parte già occupate da sedime stradale, in parte all'interno dell'area di proprietà del proponente ed in parte su aree private che necessitano di acquisizioni nei confronti di terzi.

L'elaborato grafico T06 - Piano Particellare di Esproprio riporta la sovrapposizione tra opere e le mappe catastali con l'individuazione dei mappali e dei metri quadrati oggetti di espropriazione.



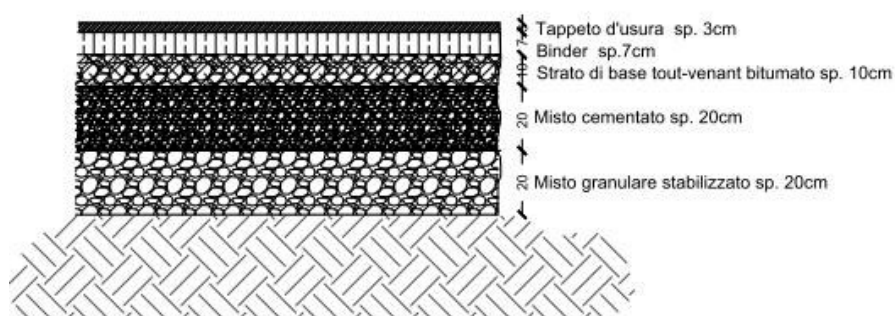


6. OPERE COMPLEMENTARI E CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI DEI MATERIALI

Gli adeguamenti e le nuove pavimentazioni in progetto saranno completati da tutte le opere necessarie alla corretta circolazione dei pedoni e dei veicoli a motore garantendo il più alto livello possibile di sicurezza stradale.

6.1 PAVIMENTAZIONE STRADALE

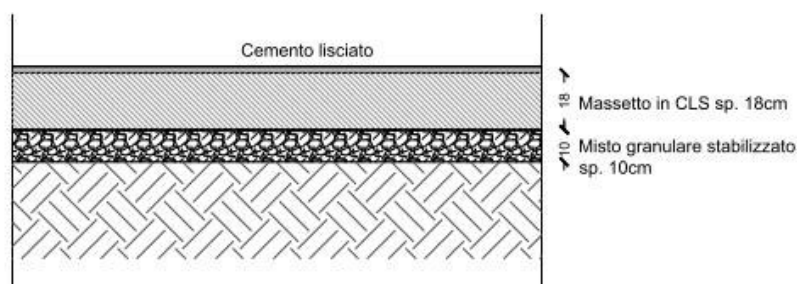
Nei tratti stradali esistenti interessati dall'intervento sull'intersezione è prevista la scarifica ed il ripristino dello strato di usura e di binder, mentre per le nuove pavimentazioni stradali è previsto un pacchetto di pavimentazione così costituito:



I rilevati saranno realizzati, ove possibile, con materiale riciclato, con caratteristiche prestazionali in linea con i parametri per i rilevati previsti in capitolato/disciplinare prestazionale.

6.2 PAVIMENTAZIONE ISOLE SPARTITRAFFICO

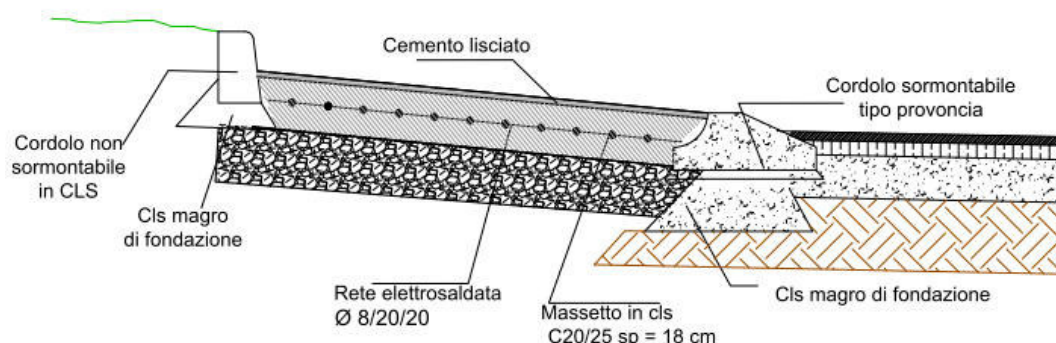
Il pacchetto della nuova pavimentazione del marciapiede e delle isole spartitraffico sarà il seguente:





6.3 PAVIMENTAZIONE CORONA SORMONTABILE DELLA ROTATORIA

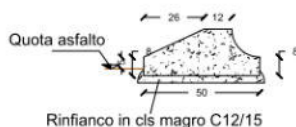
La corona sormontabile di 2,00metri della rotatoria sarà realizzata come da particolare sottostante, in cemento lisciato.



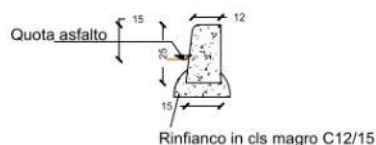
6.4 CORDOLI

È previsto l'utilizzo di cordoli in cls delle seguenti tipologie:

CORDOLO IN CALCESTRUZZO
SORMONTABILE PER ANELLO
ROTATORIA SCALA 1:20



CORDOLO IN CALCESTRUZZO
PER ISOLE SPARTITRAFFICO SCALA 1:20

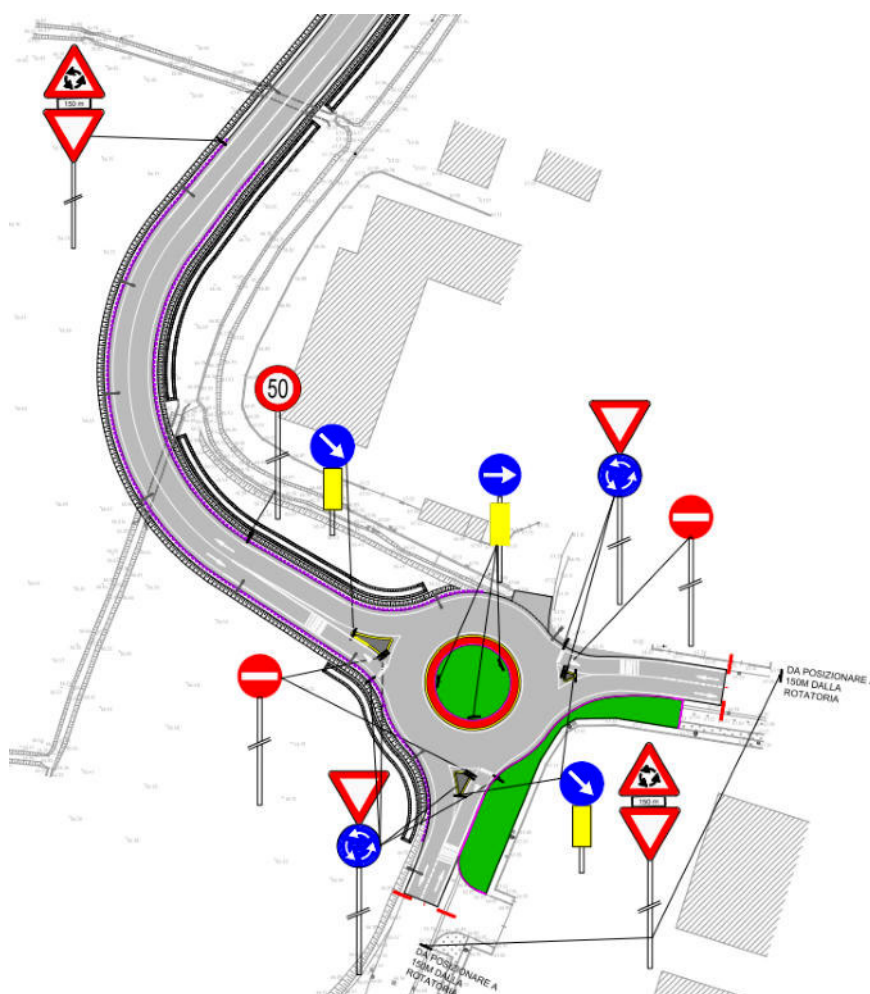


6.5 SEGNALETICA

È prevista la realizzazione della segnaletica orizzontale con prodotti permanenti rifrangenti e antisdrucciolevoli, dettata dal vigente Codice della Strada e relativo regolamento, con particolare attenzione alla corretta delimitazione e divisione dei flussi veicolari in prossimità della rotatoria.

I cartelli di preavviso di intersezione per i rami in ingresso in rotatoria sono stati computati ma non definiti nel dettaglio, mentre la segnaletica di indicazione sarà da definirsi in una fase più avanzata della progettazione.

Di seguito un estratto della Tavola T04 – Planimetria della segnaletica orizzontale e verticale.



7. RETE DI SMALTIMENTO ACQUE – RELAZIONE IDRAULICA

7.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per il corretto dimensionamento delle infrastrutture idrauliche devono essere utilizzati i seguenti riferimenti normativi:

- D.Lgs n° 152 del 03 Aprile 2006 “Norme in materia ambientale e s.m.i.”;
- Legge Regionale 62/85 e s.m.i. “Disciplina scarichi insediamenti civili e pubbliche fognature”;
- R.R. n°003 del 24/03/2006 “Disciplina e regime autorizzativi di acque reflue domestiche e di reti fognarie”;
- R.R. n°004 del 24/03/2006 “Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne”;
- DM 12/12/1985 “Norme tecniche relative alle tubazioni”;



- L.R. n°12 del 11/03/2005 “Legge per il governo del territorio”;
- Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8 Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 “Legge per il governo del territorio”);
- Regolamento Regionale 19 Aprile 2019 – n.8 Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrogeologica. Modifiche al regolamento regionale 23 Novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrogeologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 “Legge per il governo del Territorio”).

Le opere di progetto sono classificate:

- 1) in parte come opere di ammodernamento infrastrutturale come definito dall'articolo 2 del Regolamento Regionale 24 Aprile 2006 n.7 e pertanto non sono soggette ai principi dell'invarianza idraulica ed idrologica come definito dall'articolo 3 comma 3 lettera b) del R.R. n°8 del 19/04/2019.
- 2) In parte come nuova viabilità di progetto soggetta all'applicazione del regolamento.

In conclusione, gli interventi di realizzazione di adeguamento della viabilità esistente non sono soggetti al campo di applicazione del Regolamento Regionale 19 aprile 2019 - n.8, così come definito dall'articolo 3 comma 3 lettere b).

Il nuovo collegamento stradale è soggetto all'applicazione del regolamento di Invarianza idraulica.

Le aree non oggetto di applicazione del regolamento sono state tuttavia trattate in modo analogo a quanto previsto dal regolamento.

È stato verificato che l'area ricade al di fuori delle fasce di rispetto pozzi.

In particolare, il progetto prevede la realizzazione di fossi disperdenti lungo i nuovi tratti stradali e lungo il margine della rotatoria posto verso le aree prima non impermeabilizzate e la realizzazione di un bacino di accumulo e dispersione in materiali plastici al di sotto dell'isola centrale della rotatoria.



Una parte della rotatoria ricade su viabilità già esistente e dotata di rete di smaltimento che viene mantenuta e puntualmente solo adeguata alle nuove geometrie con messe in quota e/o spostamenti delle caditoie esistenti.

Nel seguito si riportano sinteticamente le valutazioni effettuate.

7.2 DATI DI PROGETTO

L'area in esame ricade in parte nel comune di Manerbio.

Ai sensi dell'allegato "C" del regolamento tale comune è classificato in area di criticità idraulica "A" con coefficiente $P=0,8$.

Comune	Provincia	Criticità idraulica	Coefficiente P
MANERBIO	BS	A	0,8

Sono disponibili i dati di permeabilità del terreno messi a disposizione dalla committenza che fanno riferimento a studio ad opera di geologo incaricato. I risultati adottati dallo studio del geologo sono i seguenti:

Il valore di permeabilità medio $P_{k_{med}}$ risulta pari a $6.2 \times 10^{-5} m/sec$

7.2.1 Parametri idrologici di progetto e metodi di calcolo

Per ricercare la durata critica e quindi l'intensità critica della pioggia, è necessario conoscere la legge secondo la quale varia, al variare della durata, l'altezza di precipitazione caratterizzata da un certo grado di rarità dell'accadimento. Questa relazione, detta curva di probabilità pluviometrica, è stata definita a partire dalle espressioni:

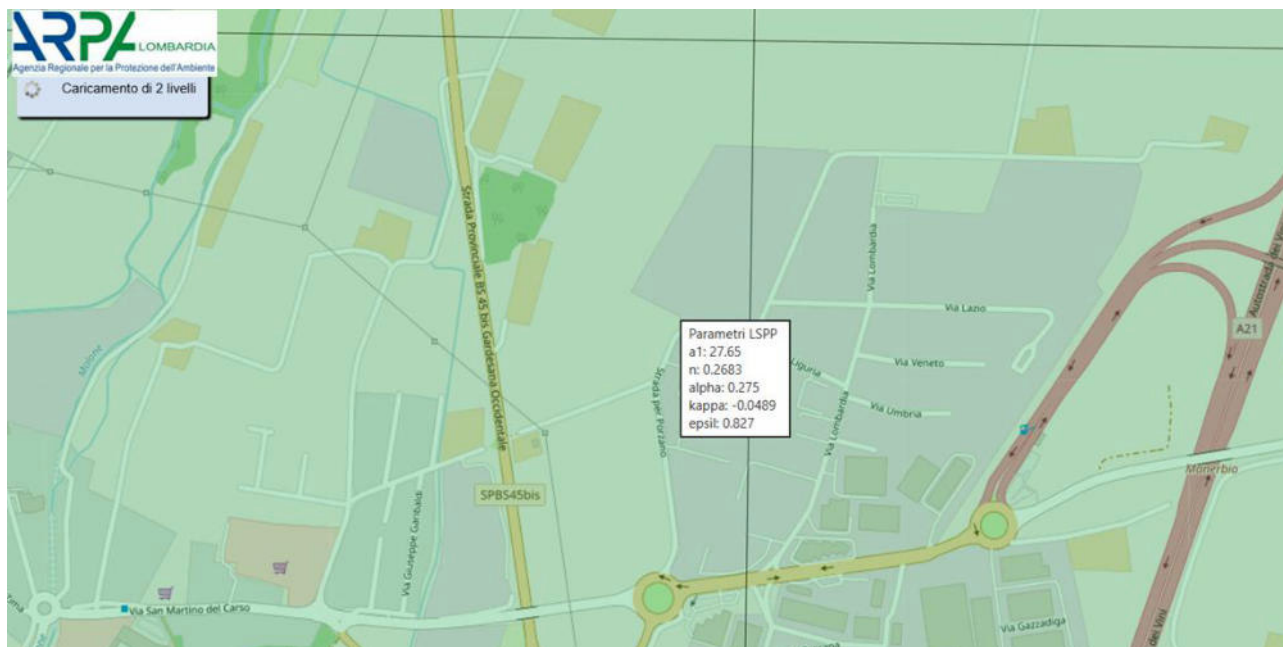
$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\langle 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\rangle$$

In cui h è l'altezza di pioggia, D è la durata, a_1 è il coefficiente pluviometrico orario, w_T è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T ed n è l'esponente.



Dal sito https://iris.arpalombardia.it/gisINM/common/area_utente.php di ARPA Lombardia sono stati poi dedotti i suddetti parametri che hanno dato luogo alla curva di possibilità pluviometrica.



Di seguito si riportano la tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno e i relativi grafici. In rosso è evidenziata la curva di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno pari a 50 anni.

I valori dei coefficienti pluviometrici utilizzati per le verifiche idrauliche dedotti dalla curva di possibilità pluviometrica risultano:

VALORI PER $t > 1$ ora	
A ₁	27,65
w _T (TR 50 anni)	2,00923
n	0,2683



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Manerbio*
Coordinate:

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>
 A1 - Coefficiente pluviometrico orario 27,65
 N - Coefficiente di scala 0,2683
 GEV - parametro alpha 0,275
 GEV - parametro kappa -0,0489
 GEV - parametro epsilon 0,827

Linea segnatrice
 Tempo di ritorno (anni) **50**

Evento pluviometrico
 Durata dell'evento [ore] **1**
 Precipitazione cumulata [mm] **50**

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:
<http://idro.arpalombardia.it/manual/ispp.pdf>
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,92870	1,25499	1,48119	1,70610	2,00924	2,24562	2,48931	2,00923678
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	25,7	34,7	41,0	47,2	55,56	62,1	68,8	55,5553968
2	30,9	41,8	49,3	56,8	66,9	74,8	82,9	66,9102422
3	34,5	46,6	55,0	63,3	74,6	83,4	92,4	74,5998384
4	37,2	50,3	59,4	68,4	80,6	90,1	99,8	80,5858795
5	39,5	53,4	63,1	72,6	85,6	95,6	106,0	85,5578586
6	41,5	56,1	66,2	76,3	89,8	100,4	111,3	89,8471353
7	43,3	58,5	69,0	79,5	93,6	104,7	116,0	93,6410033
8	44,9	60,6	71,5	82,4	97,1	108,5	120,2	97,0566501
9	46,3	62,6	73,8	85,1	100,2	112,0	124,1	100,172732
10	47,6	64,4	76,0	87,5	103,0	115,2	127,7	103,044841
11	48,9	66,0	77,9	89,8	105,7	118,2	131,0	105,713855
12	50,0	67,6	79,8	91,9	108,2	120,9	134,1	108,210794
13	51,1	69,1	81,5	93,9	110,6	123,6	137,0	110,559803
14	52,1	70,4	83,1	95,8	112,8	126,0	139,7	112,780082
15	53,1	71,8	84,7	97,6	114,9	128,4	142,3	114,887172
16	54,0	73,0	86,2	99,3	116,9	130,6	144,8	116,893845
17	54,9	74,2	87,6	100,9	118,8	132,8	147,2	118,81074
18	55,8	75,4	88,9	102,4	120,6	134,8	149,5	120,646817
19	56,6	76,5	90,2	103,9	122,4	136,8	151,7	122,409703
20	57,4	77,5	91,5	105,4	124,1	138,7	153,8	124,10595
21	58,1	78,5	92,7	106,8	125,7	140,5	155,8	125,741226
22	58,8	79,5	93,9	108,1	127,3	142,3	157,7	127,320478
23	59,6	80,5	95,0	109,4	128,8	144,0	159,6	128,848045
24	60,2	81,4	96,1	110,7	130,3	145,7	161,5	130,32776

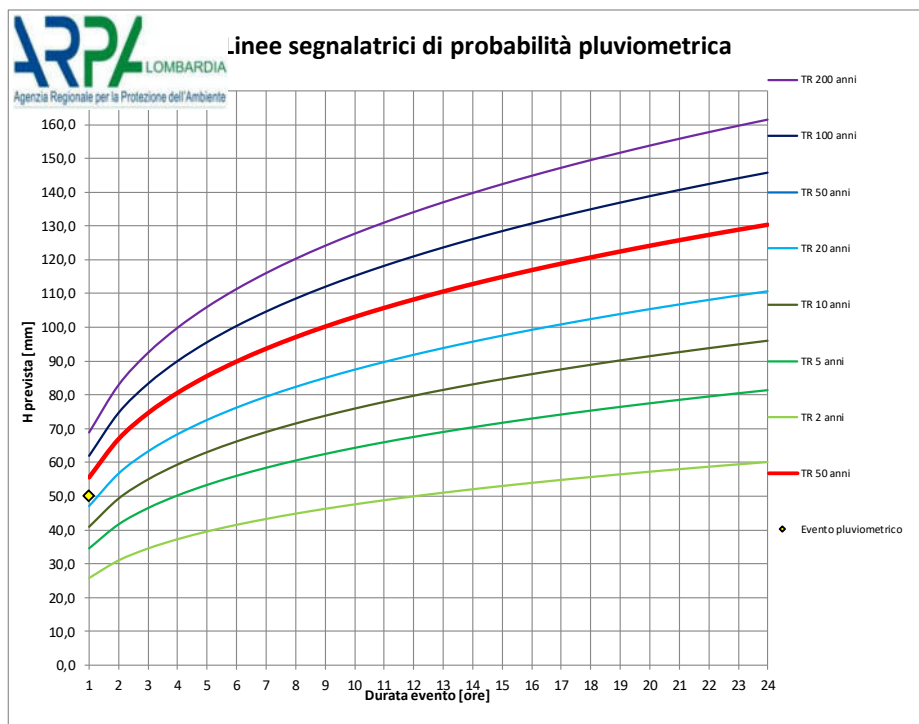


Tabella delle precipitazioni al variare delle durate e dei tempi di ritorno



Per caratterizzare le relazioni altezza-durata per tutto il campo di durate variabili da pochi minuti a qualche ora occorrerebbe un sufficiente numero di dati per le durate $t < 1$ ora e i relativi valori di a e n in modo da avere, per ogni tempo di ritorno T_R , due curve di possibilità pluviometrica riferite cioè sia alle durate t maggiori di 1 ora che quelle minori di 1 ora. In mancanza di dati specifici per la determinazione dei coefficienti a e n per durate di pioggia inferiori all'ora, è stato assunto un valore del parametro n pari a 0,5 in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

Per cui si avrà:

VALORI PER $t < 1$ ora	
A_1	27,65
w_T (TR 50 anni)	2,00923
n	0,5

I bacini/fossi di dispersione con funzione di accumulo e dispersione vengono predimensionati utilizzando i valori della curva di possibilità pluviometrica con T_R pari a 50 anni per piogge di durata superiori all'ora.

Le opere così dimensionate secondo la corretta applicazione del regolamento devono essere verificate poi con T_R pari a 100 anni per determinare quali possono essere gli effetti sulle opere civili. In questa specifica applicazione si omette l'evidenza di questa verifica.

Per individuare la corretta modalità di definizione dei volumi, si determina la classe idrologica in oggetto a seconda della superficie interessata e dal valore del coefficiente di deflusso medio ponderale.

In accordo con le prescrizioni del Regolamento Regionale di Invarianza Idraulica ed Idrologica, la classe d'intervento è determinata dalla somma di tutte le superfici del lotto di urbanizzazione, pertanto la classe d'intervento risulta "Impermeabilizzazione Potenziale Media". Per le verifiche idrauliche e per il dimensionamento dei manufatti si opta comunque per l'applicazione della procedura dettagliata.

7.3 OPERE IN PROGETTO

Come anticipato le opere di progetto sono classificate:

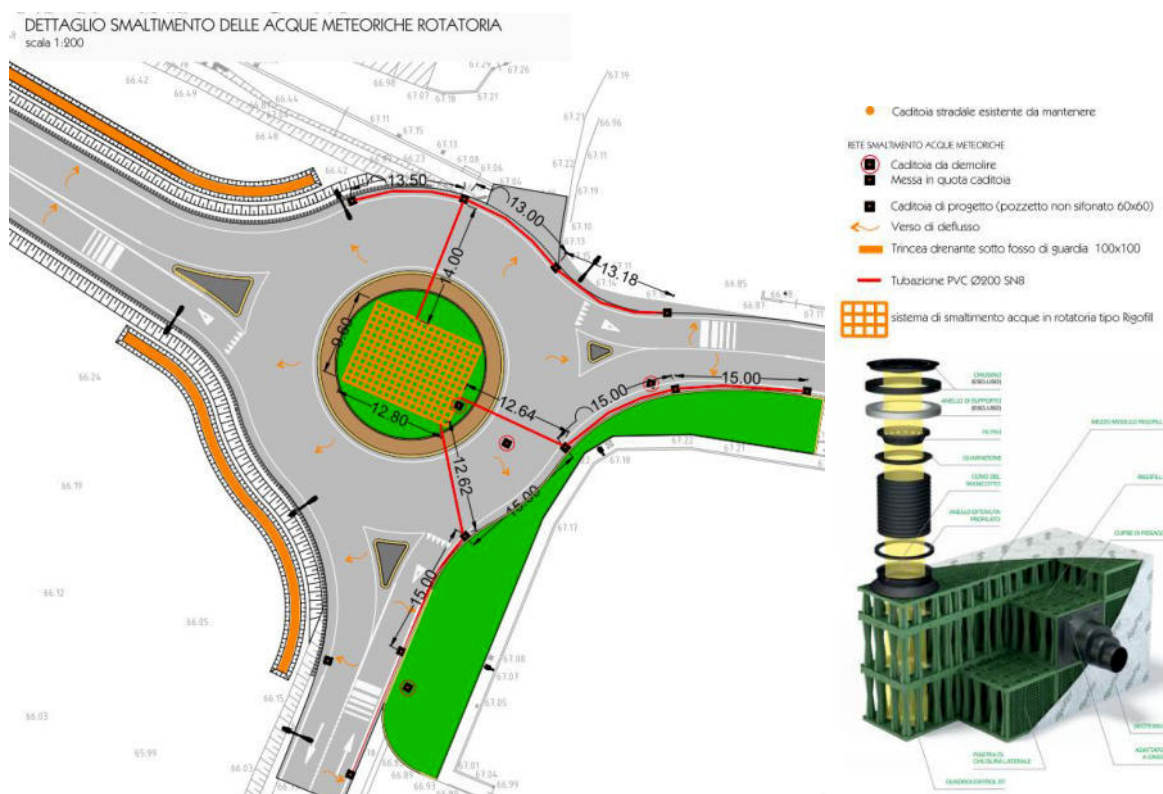
- 1) in parte come opere di ammodernamento infrastrutturale come definito dall'articolo 2 del Regolamento Regionale 24 Aprile 2006 n.7 e pertanto non sono soggette ai principi dell'invarianza idraulica ed idrologica come definito dall'articolo 3 comma 3 lettera b) del R.R. n°8 del 19/04/2019.
- 2) In parte come nuova viabilità di progetto soggetta all'applicazione del regolamento.

In conclusione, gli interventi di realizzazione di adeguamento della viabilità esistente non sono soggetti al campo di applicazione del Regolamento Regionale 19 aprile 2019 - n.8, così come definito dall'articolo 3 comma 3 lettere b).

Il nuovo collegamento stradale è soggetto all'applicazione del regolamento di Invarianza idraulica.

Le aree non oggetto di applicazione del regolamento sono state tuttavia trattate in modo analogo a quanto previsto dal regolamento.

Di seguito un estratto della Tavola I02 – Planimetria rete acque meteoriche



In particolare, il progetto prevede la realizzazione di fossi disperdenti lungo i nuovi tratti stradali e lungo il margine della rotonda posto verso le aree prima non impermeabilizzate e



la realizzazione di un bacino di accumulo e dispersione in materiali plastici al di sotto dell'isola centrale della rotatoria.

Una parte della rotatoria ricade su viabilità già esistente e dotata di rete di smaltimento che viene mantenuta e puntualmente solo adeguata alle nuove geometrie con messe in quota e/o spostamenti delle caditoie esistenti.

Nel seguito si riportano sinteticamente le valutazioni effettuate che saranno meglio dettagliate nel progetto esecutivo.

Il nuovo collegamento stradale ricadente in ambito di applicazione del regolamento di invarianza idraulica, disperde le per mezzo di un fosso di guardia di sezione trapezia con un ulteriore strato drenante sottostante. Il fosso ha una sezione pari a circa 8,85mq, con base minore 1,20m, base maggiore 2,20m, altezza 0,50m.

Al di sotto del fosso è previsto un ulteriore elemento drenante il cui volume, a favore di sicurezza, non viene conteggiato data la vicinanza al livello medio di falda.

L'area della rotatoria è stata gestita in parte con fossi di guardia analoghi, in parte con un bacino disperdente in moduli plastici posto al centro dell'isola centrale.

I rami in ingresso invariati rispetto allo stato attuale e già dotati di rete di smaltimento, continuano a smaltire nella rete attuale.

Sono state effettuate dei dimensionamenti per aree omogenee.

La verifica è stata effettuata considerando i seguenti dati:

- NUOVA STRADA E PORZIONE DI ROTATORIA - GESTIONE CON FOSSO DI GUARDIA

Superficie di calcolo 1: **6.509,84 mq**

		superficie	coeff deflusso	superficie ponderata
NUOVA STRADA E PORZIONE DI ROTATORIA - GESTIONE CON FOSSO DI GUARDIA	AREE IMPERMEABILI	6168,50	1,00	6168,50
	AREE SEMIPERMEABILI	0,00	0,70	0,00
	AREE PERMEABILI (VERDE)	1137,80	0,30	341,34
	totale	7306,30	0,89	6509,84



- PORZIONE DI ROTATORIA - GESTIONE CON BACINO DI ACCUMULO E DISPERSIONE

Superficie di calcolo 2: **1.085,90 mq**

		superficie	coeff deflusso	superficie ponderata
PORZIONE DI ROTATORIA - GESTIONE CON BACINO DI ACCUMULO E DISPERSIONE	AREE IMPERMEABILI	1037,00	1,00	1037,00
	AREE SEMIPERMEABILI	0,00	0,70	0,00
	AREE PERMEABILI (VERDE)	163,00	0,30	48,90
	totale	1200,00	0,90	1085,90

In progetto sono stati previsti i seguenti volumi di accumulo:

- Superficie di calcolo 1: **487,63mc**

	lunghezza	sezione	superficie in pianta			Volume [mc]
Fosso strada	508	0,8585	2,2			436,12
Fosso rotatoria	60	0,8585	2,2			51,51
					Totale	487,63

- Superficie di calcolo 2: **77,86mc**

	Larghezza	Lunghezza	superficie in pianta	Altezza	% vuoti	Volume [mc]
Bacino	12,8	9,6	122,88	0,66	96,00%	77,86

Sulla base dei dati forniti dalla committenza (relazione geologica), è stato adottato il seguente valore di permeabilità:

Il valore di permeabilità medio $P_{k_{med}}$ risulta pari a **$6.2 \times 10^{-5} m/sec$**

Sulla base di questo dato, il volume realizzato risulta superiore a quello calcolato applicando il volume minimo art. 12 e volume calcolato con procedura dettagliata (preferita al metodo delle sole piogge che può essere applicato al caso in esame).

**Risultati Superficie 1:**

VOLUME TOTALE in progetto	Volume da invasare da art.12 R.R. 2017 (applicata riduzione 30%)	Volume da invasare DA VERIFICA IDRAULICA
487,63	291,64	387,82

La verifica riporta massima altezza invasata inferiore a 31cm e tempo di svuotamento pari a 20 ore.

La stessa verifica condotta con Tempo di ritorno pari a 100 anni fornisce ancora esito favorevole:

VOLUME TOTALE in progetto	Volume da invasare da art.12 R.R. 2017 (applicata riduzione 30%)	Volume da invasare DA VERIFICA IDRAULICA
487,63	291,64	452,33

La verifica di sicurezza a 100 anni riporta massima altezza invasata inferiore a 37cm e tempo di svuotamento pari a 23 ore.

Risultati Superficie 2:

VOLUME TOTALE in progetto	Volume da invasare da art.12 R.R. 2017 (applicata riduzione 30%)	Volume da invasare DA VERIFICA IDRAULICA
81,10	48,65	76,89

La verifica riporta massima altezza invasata inferiore a 63cm e tempo di svuotamento pari a 34 ore.

La stessa verifica condotta con Tempo di ritorno pari a 100 anni fornisce ancora esito favorevole:

VOLUME TOTALE in progetto	Volume da invasare da art.12 R.R. 2017 (applicata riduzione 30%)	Volume da invasare DA VERIFICA IDRAULICA
81,10	48,65	87,91

La verifica di sicurezza a 100 anni riporta massima altezza invasata pari ai 66 cm disponibili, oltre ad un disavanzo di circa 6,81mc, con tempo di svuotamento pari a 38 ore.



Il volume in eccesso di 6,81mc si riduce a circa 3,50mc in considerazione del volume di accumulo delle caditoie e delle tubazioni. Il volume restante equivale pari ad un ipotetico velo d'acqua di circa 3,00-3,5mm sull'intera superficie, ritenuto accettabile e non a rischio di creazione di fenomeni di acqua planing.



8. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Il presente progetto prevede l'illuminazione delle aree oggetto di intervento.

Saranno pertanto realizzate nuove linee di pubblica illuminazione a servizio della viabilità di progetto, garantendo al contempo una migliore percezione dell'ambiente notturno nel pieno rispetto delle normative e direttive di legge.

8.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per il progetto degli impianti di illuminazione sono state analizzate le specifiche normative di settore.

La UNI 11248-2012 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche", unitamente alla EN 13201-2 "Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali", sono state le principali normative di riferimento in ambito illuminotecnico.

Per il corretto dimensionamento dell'impianto devono essere utilizzati inoltre i seguenti riferimenti normativi:

- L.R. Lombardia 5 ottobre 2015, n. 31 , "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso";
- UNI 11431, *Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso*;
- D.M. Dic. 2013 "CAM", *Criteri minimi ambientali illuminazione pubblica*;
- CEI 64-7, *Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari*;
- CEI 64-8, *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V ca, 1500Vcc*;
- CEI 11-17: *Impianti di Produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Linee in cavo*;
- CIE 154-2003: *The-maintenance-of-outdoor-lighting-systems*
- UNI/TS 11726

8.2 PROGETTO ILLUMINOTECNICO

In accordo con quanto previsto al paragrafo 4.5 delle UNI 11248:2016 al fine di contenere i consumi energetici i valori medi di illuminamento e luminanza non sono maggiori di quelli previsti dalle categorie illuminotecniche di progetto o di esercizio:



- del 35% per le categorie illuminotecniche di tipo M;
- del 25% per le altre categorie illuminotecniche.

L'intersezione oggetto di intervento ricade al di fuori del centro abitato, la viabilità di rango superiore afferente al ramo è classificata come **strada extraurbana secondaria di tipo F** a cui sarà attribuito limite di velocità 50 km/h, salvo diverse valutazioni in sede di progettazione esecutiva. Alla luce della classificazione sopra riportata, la classificazione di ingresso di rango superiore tra i rami afferenti all'intersezione è la M4.

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792¹⁰⁾.
2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).
3) Vedere punto 6.3.
4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".

Per determinare la categoria di ingresso delle intersezioni fa riferimento all'appendice A della UNI11248:2016 in cui si specifica che:

- intersezioni lineari a raso;
- intersezioni a livelli sfalsati;
- intersezioni a rotatoria;
- zone di immissione;
- zone di diversione/uscita;
- zone di intersezione



Per tanto l'intersezione in progetto può essere illuminata applicando una categoria illuminotecnica C, per la strada categoria M.

Per tale motivo la categoria illuminotecnica di ingresso delle intersezioni è condotta attraverso il prospetto 6 di seguito riportato a partire dalle categorie di ingresso degli assi viari confluenti nel nodo:

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B.						

È stato di volta in volta valutato se i rami di approccio all'intersezione stessa siano illuminati: nel caso in cui si verifichi tale condizione, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere di un livello superiore rispetto alla maggiore tra quelle previste per i rami di approccio in linea con quanto riportato all'interno dell'appendice A della UNI11248:2016.

L'intersezione è stata classificata secondo quanto segue:

Intersezione	Cat. strada rango maggiore	Categoria illum. ingresso ¹	Strade accesso/rami illuminati	Categoria illum. ingresso intersez.
Intersezione	F	M4	SI	C3

Per la scelta della categoria il valore del coefficiente medio di luminanza Q_0 considerato sarà pari a $0,07 \text{ sr}^{-1}$ (classe C2 per le pavimentazioni di asfalto, come indicato nel prospetto B.1 della UNI 11248:2016 di seguito riportato).

Classe	Ripartizione del coefficiente ridotto di luminanza	Coefficiente medio di luminanza	Fattore di specularità	Gamma del fattore di specularità
C1	Vedere prospetto C.2	0,10	0,24	$S_1 \leq 0,4$
C2	Vedere prospetto C.3	0,07	0,97	$S_1 > 0,4$

¹ Categoria illuminotecnica comparabile($Q_0=0,07$):C2-pavimentazioni in asfalto



8.3 ANALISI DEI RISCHI

L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare le categorie illuminotecniche che garantiscono la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e l'impatto ambientale.

La variazione della categoria illuminotecnica di ingresso può essere determinata tramite incrementi da apportare al numero che appare nella sigla della categoria di ingresso per l'analisi dei rischi, ottenendo categorie con requisiti prestazionali inferiori. I parametri più significativi per la variazione della categoria illuminotecnica sono quelli descritti dai prospetti 2 e 3 della UNI 11248-2016.

prospetto 2 Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ^{1) 2)}	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse. 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità. 3) Riferimenti in CIE 137 ¹³⁾ .	

prospetto 3 Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

I parametri di influenza costanti nel lungo periodo determinano la categoria illuminotecnica di progetto, mentre i parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale danno luogo alle categorie illuminotecniche di esercizio derivate da quelle di progetto.

I declassamenti effettuati saranno in linea con quanto previsto dalle normative vigenti secondo cui:

- il decremento massimo della categoria illuminotecnica di progetto a partire dalla categoria illuminotecnica di ingresso potrà essere pari a due categorie;



- il decremento massimo per la categoria illuminotecnica di esercizio a partire dalla categoria illuminotecnica di progetto potrà essere pari a una categoria qualora la riduzione della categoria illuminotecnica di progetto sia pari a due categorie illuminotecniche, altrimenti il decremento non potrà essere superiore a due categorie illuminotecniche.

8.3.1 Categoria di progetto assi stradali, intersezioni

La categoria di progetto è valutata per la portata massima della strada.

Caso per caso sono state considerate:

- L'effettiva criticità delle aree di conflitto e la loro percezione in ragione della regolamentazione della circolazione;
- La complessità del campo visivo senza particolari elementi di disturbo;

Si prevede di non ridurre la categoria di ingresso, data la complessità della regolamentazione delle svolte, la vicinanza accessi privati, viabilità pubblica intercomunale e viabilità locale, attraversamenti pedonali.

Le tabelle seguenti riassumono quanto esposto:

elemento	Categoria illum. ingresso	Riduzione	Categoria illum. progetto
Rami stradali	M4	0	M4
Intersezione	C3	0	C3

I requisiti illuminotecnici da rispettare sono raccolti nella tabella sottostante:

Livelli di prestazione visiva e di PROGETTO									
Indice III. UNI10439		6	5	4	3	2	1		
Classe EN 13201		M1	M2	M3	M4	M5	M6		
Luminanze [cd/m ²]		2	1.5	1	0,75	0,5	0,3		
E orizzontali	C0 (50lx)	C1 (30lx)	C2 (20lx)	C3 (15lx)	C4 (10lx)	C5 (7.5lx)			
E orizzontali				P1 (15lx)	P2 (10lx)	P3 (7.5lx)	P4 (5lx)	P5 (3lx)	P6 (2lx)
E. semicilindrici	ES1 (10lx)	ES2 (7.5lx)	ES3 (5lx)	ES4 (3lx)	ES5 (2lx)	ES6 (1.5lx)	ES7 (1lx)	ES8 (0.75lx)	ES9 (0.5lx)
E.verticali		EV3 (10lx)	EV4 (5lx)	EV5 (0.5lx)					

prospetto 2 **Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale**

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	$\bar{E}$ [minimo mantenuto] lx	U_0 [minimo]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

LLMF=0,80 avendo le lampade fattore di manutenzione L80B10

LSF=1 dato che si prevede di sostituire l'apparecchio (o il modulo se possibile) alla rottura del primo diodo all'interno

SMF= si trascura in quanto non appropriato per il caso in esame

LMF=0,87 come da tabella 3.3 norma CIE 154-2003 di seguito riportata. Il valore considera una manutenzione delle lampade con cadenza triennale ed inquinamento dell'aria medio. Il grado IP6x è fornito dal produttore.

Optical compartment IP Rating	Pollution Category	Exposure time (years)				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
IP2X	High	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
	Medium	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	Low	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
IP5X	High	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
	Medium	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	Low	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
IP6X	High	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83
	Medium	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	Low	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

8.6 APPARECCHI ILLUMINANTI

Sono stati utilizzati i seguenti apparecchi illuminanti:

- Strade: del tipo LED del tipo
 - o Disano SELLA1 3290 LED 51W 8238 LM A2A.

In fase esecutiva potranno essere utilizzati prodotti uguali o simili, previa verifica della rispondenza dei parametri illuminotecnici di progetto.



Gli apparecchi installati dovranno essere del tipo “cut-off”.

Per l’abbagliamento debilitante si prescrive l’uso di prodotti con una classe di schermatura almeno G4 o superiore sugli assi stradali, classe di schermatura G6 nelle intersezioni. In linea generale, prediligere l’uso di sistemi con schermatura piana

8.7 PREVISIONE DI PROGETTO

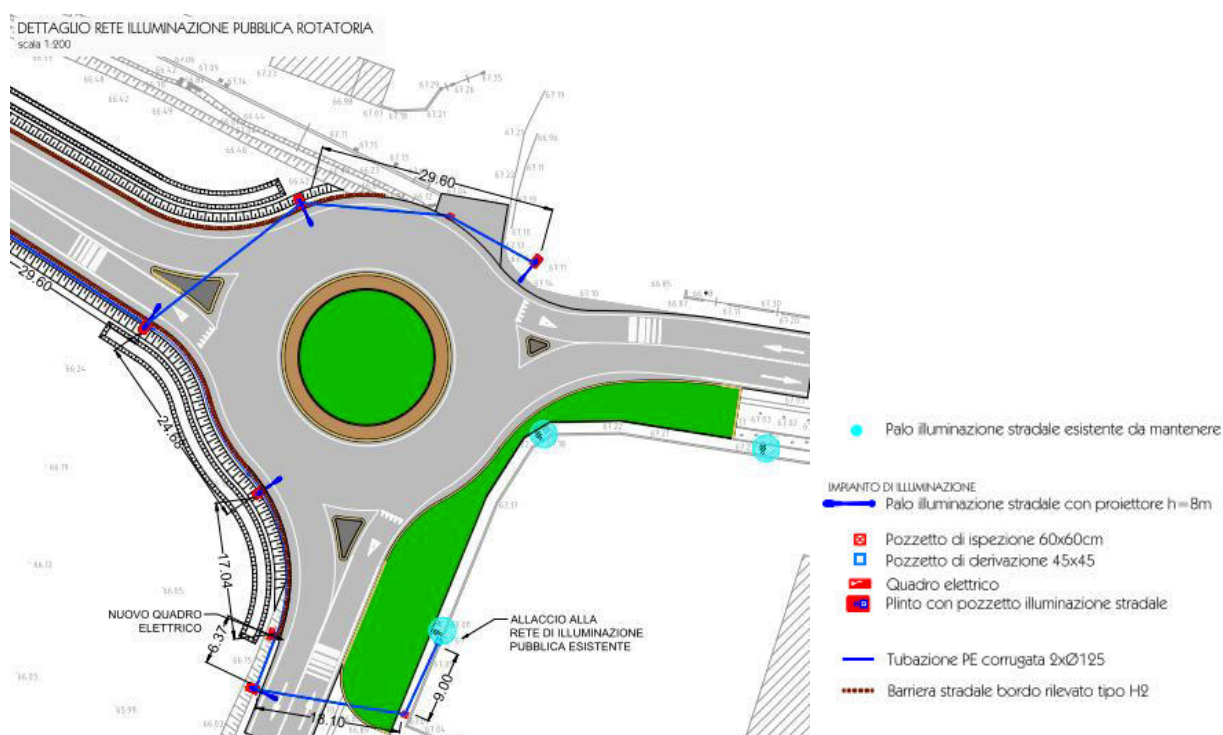
I calcoli ottimizzati hanno determinato la disposizione riportata nella planimetria di progetto e la scelta di proiettori e relative altezze di installazione ed orientamento. Si verifichi l’esatta posizione ed orientamento dei proiettori come da output del software di calcolo illuminotecnico.

Si evidenzia che in progetto è prevista l’installazione di proiettori stradali ad altezza 8m con sbraccio 0,30m per le sedi stradali e in rotatoria.

I calcoli in questa fase progettuale sono stati ottimizzati con griglia di calcolo approssimata e saranno meglio approfonditi ed esplicitati in sede di presentazione del progetto esecutivo.

Di seguito un estratto della Tavola I03 – Planimetria rete illuminazione pubblica





A tal fine l'appaltatore è tenuto a realizzare, prima dell'esecuzione degli scavi, pozzetti esplorativi per verificare l'esatta collocazione dei servizi nel sottosuolo.

Per i rinterri, in generale, potranno essere impiegati materiali di provenienza dagli scavi purché ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori. I materiali per i rinterri dovranno comunque essere certificati e avere caratteristiche compatibili con la destinazione d'uso dell'area. La formazione dei rinterri verrà eseguita per strati orizzontali compattati di eguale altezza.

9. GESTIONE DELLE INTERFERENZE

Nella Tavola G04 – Planimetria censimento sottoservizi è riportato lo stato di fatto delle reti di servizio esistenti.

L'andamento di tali reti è da ritenersi indicativo e da verificarsi in loco prima dell'effettuazione delle lavorazioni potenzialmente interferenti.

Lo stato di fatto delle reti è stato desunto dalla cartografia ricevuta dagli enti che sono stati contattati in fase di stesura del progetto.



Nel caso di mancata trasmissione di adeguata documentazione, sono stati utilizzati come fonte gli strumenti urbanistici.