



# COMUNE DI LONATO DEL GARDA

PROVINCIA DI BRESCIA

REGIONE LOMBARDIA



**PIANO DI LOTTIZZAZIONE "CAMPAGNOLI" AdT 12 UMI 2**  
**loc. CAMPAGNOLI - VIA MANTOVA/BRODENA - COMUNE DI LONATO D/G (BS)**  
**Fg. 54 mapp. n. 22, 23, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93**

**STUDIO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE BIANCHE**  
**PROGETTO DI INVARIANZA IDROLOGICA E IDRAULICA**  
**(R.R. 23.11.2107 N. 7 - R.R. 19.04.2019 N. 8)**

**OPERE DI URBANIZZAZIONE**



## I-01 RELAZIONE TECNICA

### **Committente:**

**LORENZI ANTONIO E GIOVANNI S.S.** Via Napoleonica 27, 25018 Montichiari (BS) C.F. 01660230986  
**RAMBALDINI LORETTA** via Pomaro 16, 25064 Gussago (BS) C.F. RMBLTT67A53B157S  
**SGH SRL** Via Carpenedolo 90, 46049 Castiglione delle Stiviere (MN) C.F. 02685980209

**Il progettista:** **Dott. Ing. Giuseppe Negrinelli**  
(Ordine degli Ingegneri della Provincia di Brescia n.1564)

**Febbraio 2023**

**Rev. 002**

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>QUANTIFICAZIONE DELLE PORTATE AMMISSIBILI ALLO SCARICO NEL COLLETTORE DI SCARICO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE DEL LEONE</b> .....	<b>4</b>
2.1	STUDIO IDRAULICO "NUOVO SCARICO ACQUE METEORICHE IN LOCALITA' CAMPAGNOLI ED OPERE DI RIASSETTO IDRAULICO" – APRILE 2010.....	4
2.2	STUDIO DI FATTIBILITA' "ANALISI DELLE MODALITA' DI DEFLUSSO DELL'AREA DI SAN CIPRIANO E DEFINIZIONE DELLE OPERE DI RIPRISTINO DELLA CONTINUITA' IDRAULICA" – GIUGNO 2011.....	9
2.3	QUANTIFICAZIONE DEGLI APPORTI TEORICI AMMESSI AL CIS AFFLUENTE DEL RIO RUDONE.....	12
2.4	AMBITO DI TRASFORMAZIONE ADT 12 .....	15
2.5	QUANTIFICAZIONE DEGLI SCARICHI AMMESSI NEL COLLETTORE DI SCARICO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE DEL LEONE .....	17
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE DI URBANIZZAZIONE DI PROGETTO - .....</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>PRESCRIZIONI DEL "REGOLAMENTO PER L'INVARIANZA IDRAULICA" (REGOLAMENTO REGIONALE 23.11.2017 N. 7) .....</b>	<b>26</b>
4.1	DESTINAZIONI AMMESSE PER LE ACQUE METEORICHE E LIMITI QUANTITATIVI.....	27
4.2	DEFINIZIONE DELLE AREE IMPERMEABILI.....	29
4.3	DEFINIZIONE DEI SOTTOBACINI DI INTERVENTO .....	30
4.4	DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO.....	33
	<i>4.4.1 PARAMETRI DELLA CURVA SEGNALETTRICE PER EVENTI DI DURATA TRA 1 – 24 ORE.....</i>	<i>35</i>
4.5	METODO DI CALCOLO .....	37
4.6	DEFINIZIONE DEI DATI DI PROGETTO INDIVIDUAZIONE SISTEMA DI SMALTIMENTO .....	38
4.7	ANALISI DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA DI INTERESSE.....	39
<b>5</b>	<b>PREDIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI DISPERSIONE.....</b>	<b>45</b>
5.1	METODOLOGIA DI CALCOLO.....	46
	<i>5.1.1 CALCOLO DEL VOLUME AFFLUENTE VE(T).....</i>	<i>46</i>
	<i>5.1.2 CALCOLO DEL VOLUME INFILTRATO VI(T).....</i>	<i>47</i>
	<i>5.1.3 CALCOLO DEL VOLUME ACCUMULATO VA .....</i>	<i>48</i>
5.2	DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI PROPOSTE .....	49
	<i>SOTTOBACINO PP01_2022 - PARCHEGGIO PUBBLICO.....</i>	<i>49</i>
	<i>SOTTOBACINO SV_2022 - STRADE E VIABILITA' .....</i>	<i>50</i>
<b>6</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI SMALTIMENTO CON PROCEDURA DETTAGLIATA ....</b>	<b>52</b>
6.1	VERIFICA REQUISITO MINIMO - VOLUME INVASO - ART. 12 C. 2.....	55
6.2	VERIFICA DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO DEL DISPOSITIVO DI LAMINAZIONE.....	56
6.3	VERIFICA DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI SMALTIMENTO TR 100 ANNI .....	56
<b>7</b>	<b>DIMENSIONAMENTO COLLETTORI .....</b>	<b>57</b>
7.1	DETERMINAZIONE DELLE MASSIME PORTATE DI PIOGGIA AFFLUENTI IN RETE .....	57
7.2	MODALITA' DI DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI .....	57
7.3	TUBAZIONI PVC .....	58
<b>8</b>	<b>NATURA DELLE ACQUE ALLO SCARICO.....</b>	<b>58</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>59</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione è relativa alla definizione degli interventi atti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica in ottemperanza ai disposti del Regolamento Regionale 23.11.2017 n. 7 , *"Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (legge per il governo del territorio)* e del Regolamento Regionale 19.04.2019 n. 8 , *"Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7"*, alle **Opere di Urbanizzazione a corredo del Piano di Lottizzazione "Campagnoli" dell' Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2**, ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente la via Mantova - Brodena, catastalmente identificato nel NCT al foglio 54, mappali 22, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93 e 23 proposto dai sigg.i:

- Lorenzi Antonio e Giovanni S.S., con sede in via Napoleonica 27, 25018 Montichiari (Bs), C.F. 01660230986,
- Rambaldini Loretta, con sede in via Pomaro 16, 25014 Gussago (Bs), C.F. RMBLTT67A53B157S,
- SGH SRL, con sede in via Carpenedolo 90, 46049 Castiglione delle Stiviere (MN), CF 02685980209, in qualità di proprietari degli immobili.

Tali principi sono riassunti all'Art. 1 comma 1 lettere a) e b) del Regolamento n. 7, così come modificato ed integrato dal Regolamento regionale n. 8 del 17.04.2019.

Ai sensi dell'Art. 3 del R.R. 7/2017, comma 2, così come modificato dal R.R. 8 del 17.04.2019, sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica gli interventi di:

b) di nuova costruzione, così come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001, compresi gli ampliamenti; sono escluse le sopraelevazioni che non aumentano la superficie coperta dell'edificio;  
d) relativi a opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni, anche per le aree di sosta, di cui all'articolo 6, comma 1, lettera e-ter), del d.p.r. 380/2001, con una delle caratteristiche che seguono:

- 1. di estensione maggiore di 150 mq;
- 2. di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del presente comma o di cui al comma 3;

L'Art. 3 del R.R. 7/2017, comma 2 bis, prevede inoltre che siano soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica gli interventi di realizzazione di:

a) parcheggi, aree di sosta e piazze, con una delle caratteristiche che seguono:

1. estensione maggiore di 150 mq;
2. estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del comma 2;

Infine, l'Art. 3 del R.R. 7/2017, comma 3, così come modificato dal R.R. 8 del 17.04.2019, prevede che, nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, assoggettati ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, siano esclusi dall'applicazione del R.R. 7/2017:

- a) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopedonale, stradale e autostradale;
- b) gli interventi di ammodernamento, definito ai sensi dell'articolo 2 del regolamento regionale 24 aprile 2006, n. 7 (Norme tecniche per la costruzione delle strade), ad eccezione della realizzazione di nuove rotatorie di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo «E – strada urbana di quartiere», «F – strada locale» e «F-bis – itinerario ciclopedonale», così classificate ai sensi dell'articolo 2 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada);
- c) gli interventi di potenziamento stradale, così come definito ai sensi dell'articolo 2 del r.r. 7/2006, per strade di tipo «E – strada urbana di quartiere», «F – strada locale» e «F-bis – itinerario ciclopedonale», così classificate ai sensi dell'articolo 2 del d.lgs. 285/1992;
- d) la realizzazione di nuove strade di tipo «F-bis – itinerario ciclopedonale», così classificate ai sensi

dell'articolo 2 del d.lgs. 285/1992.

Pertanto gli interventi proposti dalle Opere di Urbanizzazione a corredo del Piano di Lottizzazione "Campagnoli" del "Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2", rientrano nell'ambito di applicazione del R.R. 7.

La presente relazione viene redatta con la finalità di fornire un inquadramento preliminare della problematica dell'invarianza idrologica ed idraulica degli interventi proposti e delle soluzioni previste per la sua risoluzione a costituire parte del Progetto del Sistema di Smaltimento delle Acque Bianche - Progetto Preliminare di invarianza idraulica e idrologica, conformemente alle disposizioni del regolamento e secondo i contenuti di cui all'articolo 10 del R.R. 7/2017.

La soluzione proposta, considerate le buone caratteristiche di permeabilità del terreno presente in situ, è costituita da uno smaltimento negli strati superiori del sottosuolo mediante campo pozzi perdenti.

La presente è suddivisa in capitoli:

- Il Capitolo 2 riassume i contenuti degli studi precedentemente realizzati relativi alla problematica del drenaggio del bacino Campagnoli di Lonato ed allo smaltimento delle acque meteoriche verso il T. Redone con portate compatibili con il ricettore;
- Il Capitolo 3 localizza l'intervento e contiene una descrizione sommaria degli interventi di progetto inerenti le Opere di Urbanizzazione del Piano di Lottizzazione "Campagnoli";
- Il Capitolo 4 riassume gli aspetti principali del Regolamento Regionale n. 7, così come modificato dal R.R. 8 del 17.04.2019, evidenziandone la rilevanza con specifico riferimento alle opere della presente relazione, individua i sottobacini di calcolo considerati, le modalità di drenaggio e smaltimento prescelto, i dati di progetto e le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche delle aree di interesse;
- Il Capitolo 5 descrive la metodologia di calcolo utilizzata per il dimensionamento dei sistemi di smaltimento proposti e le soluzioni progettuali individuate per ciascun sottobacino di intervento, ai fini della realizzazione di sistemi di smaltimento efficienti e della garanzia del principio di invarianza laddove soggetti;
- Il Capitolo 6 descrive la metodologia di calcolo di dettaglio per il dimensionamento dei sistemi di smaltimento con Ietogramma Chicago, e illustra le modalità di verifica previste dal R.R. 7/2017 e R.R. 8/2019;
- Il Capitolo 7 illustra la tipologia dei collettori individuati e descrive le modalità di verifica di idoneità idraulica.
- Il Capitolo 8 descrive la natura delle acque convogliate allo smaltimento nel sottosuolo la cui qualità risulta compatibile con la tutela qualitativa della falda.
- Il Capitolo 9 riassume i contenuti della Relazione.

In ottemperanza allo spirito del citato Regolamento, la relazione, corredata di specifico elaborato di calcolo, non riporta solo i risultati del dimensionamento, ma descrive nel dettaglio i parametri assunti e i calcoli svolti così da consentire la verifica dei dimensionamenti proposti al lettore esperto.

## **2 QUANTIFICAZIONE DELLE PORTATE AMMISSIBILI ALLO SCARICO NEL COLLETORE DI SCARICO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE DEL LEONE**

Il sistema di smaltimento delle acque bianche del nuovo "Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2" - Loc. Campagnoli, oltre allo smaltimento delle acque di provenienza meteorica mediante infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo, può prevedere lo scarico parziale di limare portate di natura meteorica provenienti dal sistema di collettamento ed invaso nello collettore della Fognatura Bianca di recente realizzato a valle del centro Commerciale "Il Leone" e confluyente in un corpo idrico superficiale appartenente al RIM di Lonato, tributari del Redone. Pertanto è necessario, in via preliminare, con lo scopo di poterne valutare la compatibilità e opportunità, richiamare sinteticamente i risultati degli studi idrologico - idraulici relativi alla zona dei Campagnoli di Lonato del Garda e le opere di riassetto idraulico di recente realizzate consistenti nel "Nuovo scarico acque meteoriche in località Campagnoli di Lonato ed opere di riassetto idraulico".

A tale scopo, si segnala che della problematica del drenaggio del bacino Campagnoli di Lonato è stato diffusamente trattato negli studi precedentemente realizzati dall'estensore della presente:

- Nuovo Scarico acque meteoriche in località Campagnoli di Lonato ed opere di riassetto Idraulico – aprile 2010,
- Analisi delle modalità di deflusso dell'area di San Cipriano e definizione delle opere di ripristino della continuità idraulica – giugno 2011.

che vengono di seguito per sommi capi riassunti, unitamente alle conclusioni ed alle proposte di un piano di Bacino per la modulazione e smaltimento delle acque meteoriche al T. Redone.

### **2.1 STUDIO IDRAULICO "NUOVO SCARICO ACQUE METEORICHE IN LOCALITA' CAMPAGNOLI ED OPERE DI RIASETTO IDRAULICO" – APRILE 2010**

In sintesi, con il primo studio è stato individuato:

- il recapito idoneo delle acque meteoriche il corpo idrico superficiale appartenente al R.I.M., posto a Sud della rotatoria di interconnessione tra la vecchia S.P. 567 e la nuova superstrada (rotatoria "ex Genux"), e successivamente confluyente nel T. Redone;
- le modalità di drenaggio di tutto del bacino studiato e teoricamente afferente a tale recapito.

Trattasi di un bacino che presenta un'estensione significativa (nell'ordine di 1.88 km<sup>2</sup>), perimetrato in maniera abbastanza netta da elementi morfologici di immediata individuazione:

- ad Ovest dal ciglio superiore di una cresta che si sviluppa in direzione Nord – Sud a partire approssimativamente dall'abitato di Brodena;
- a Sud da Via Corte Ferrarini, il cui percorso corrisponde grosso modo ad uno spartiacque naturale;
- a Est dal rilevato di Via Mantova;
- a Nord dal perimetro dell'area di cava posta a Nord di Via Tiracollo (A.d.T. 11).

Si tratta di un bacino in larga misura non urbanizzato, particolarmente nella parte occidentale, ove si ha una forte presenza di terreni coltivati a seminativo.

In esso sono stati individuati 5 sottobacini:

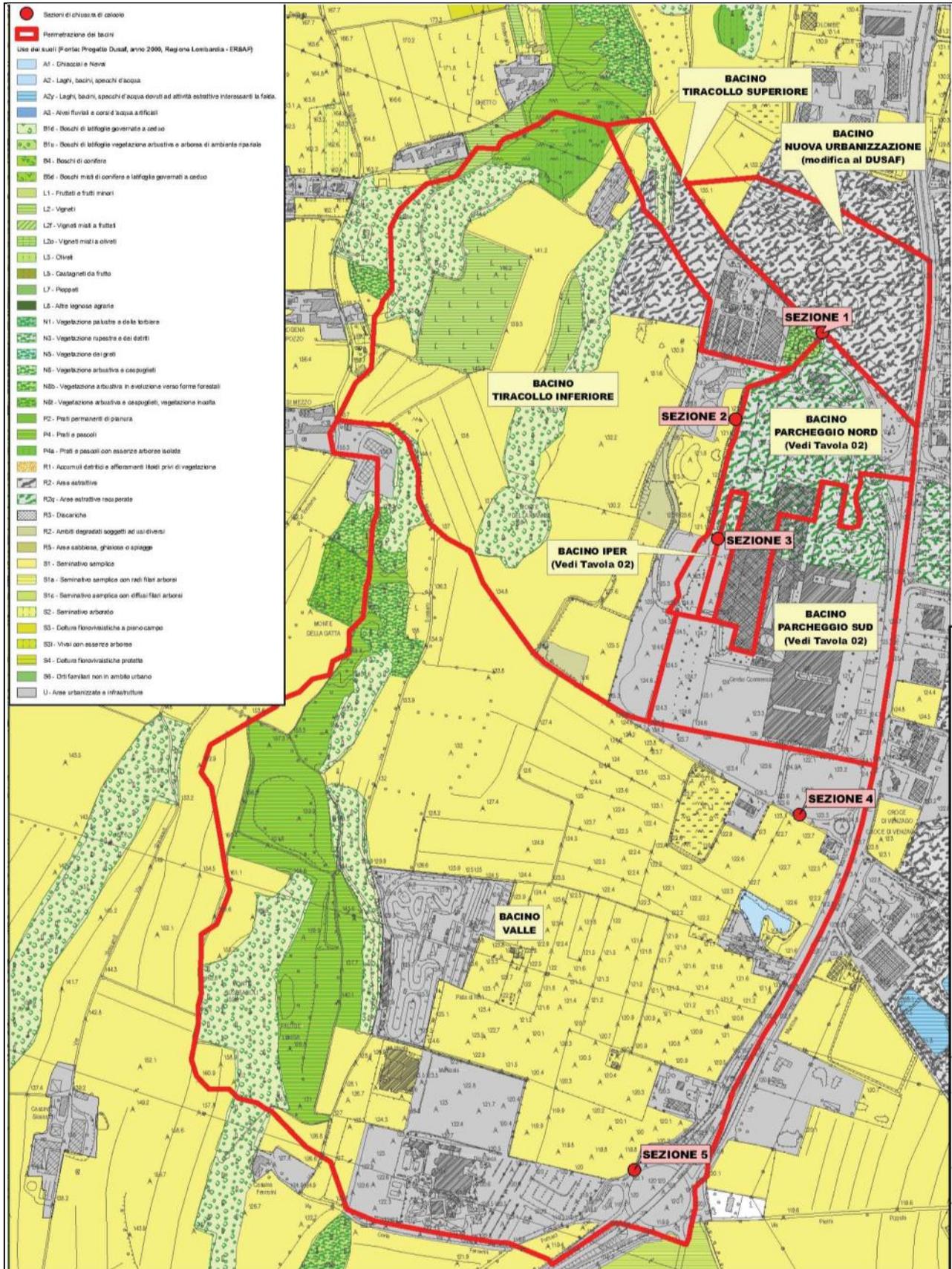
1. il bacino "Nuova Urbanizzazione – Tiracollo 1": si tratta di un'area attualmente ospitante usi di carattere residuale posta a Nord di Via Tiracollo e soggetta ad un prossimo intervento di urbanizzazione Ambito di Trasformazione 11;
2. Il bacino denominato "Tiracollo Superiore": esso comprende le aree direttamente afferenti a Via Tiracollo: la strada, attualmente priva di efficienti opere di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche funge pertanto da improprio vettore delle acque meteoriche affluenti, che di fatto oggi finiscono convogliate sui

parcheggi settentrionali del centro commerciale "Il Leone", attraverso la viabilità di servizio che si immette su Via Tiracollo;

3. il bacino del centro commerciale "Il Leone";
4. il bacino "Tiracollo inferiore": che include aree, essenzialmente non urbanizzate, i cui contributi si sommano a quelli dei bacini sopracitati nella sezione di chiusura posta immediatamente a valle del centro commerciale;
5. il bacino "Valle": rappresenta il contributo delle aree residuali afferenti alla sezione di chiusura della rotatoria della multisala King (ex Genux) che si somma a quelli dei bacini succitati.

Di seguito vengono riportati i principali dati idrologici dei bacini perimetrati (e della relativa suddivisione in sottobacini) desunti dallo Studio – aprile 2010.

	<b>Superf. bacino</b> [km <sup>2</sup> ]	<b>Coeff. CN</b> [-]	<b>Lungh. asta princ.</b> [km]	<b>Altezza mass. bacino</b> [m.s.l.m.]	<b>Altezza min. bacino</b> [m.s.l.m.]	<b>Altezza media bacino</b> [m.s.l.m.]	<b>Tempo di corrivazione</b> [minuti]
Tiracollo superiore	0.0548	77.39	0.505	156.42	125.00	134.99	<b>40.18</b>
Nuova urbanizzazione – A.d.T. 11	0.0862	81.11	0.46				<b>20.00</b>
Leone Parcheggio Nord	0.0973	87.89	0.35	Bacino urbano			<b>19.86</b>
<i>Nord 01</i>	<i>0.0435</i>	<i>83.39</i>	<i>0.35</i>				<i>19.86</i>
<i>Nord 02</i>	<i>0.0538</i>	<i>91.54</i>	<i>0.35</i>				<i>19.86</i>
Leone Parcheggio Sud	0.1413	85.91	0.63	Bacino urbano			<b>22.35</b>
<i>Sud basso</i>	<i>0.0562</i>	<i>86.73</i>	<i>0.52</i>				<i>20.20</i>
Sud basso 01	0.0450	94.74	0.52				<b>20.20</b>
Sud basso 02	0.0112	84.73	0.52				<b>20.20</b>
<i>Sud alto</i>	<i>0.0850</i>	<i>85.38</i>	<i>0.63</i>				<i>22.35</i>
Area Iper	0.0068	97.98	0.151	Bacino urbano			<b>7.96</b>
Bacino di valle	1.0292	72.35	2.01	177.21	120.00	129.99	<b>167.89</b>
Tiracollo inferiore	0.4721	69.68	1.10	198.19	124.02	141.17	<b>79.64</b>

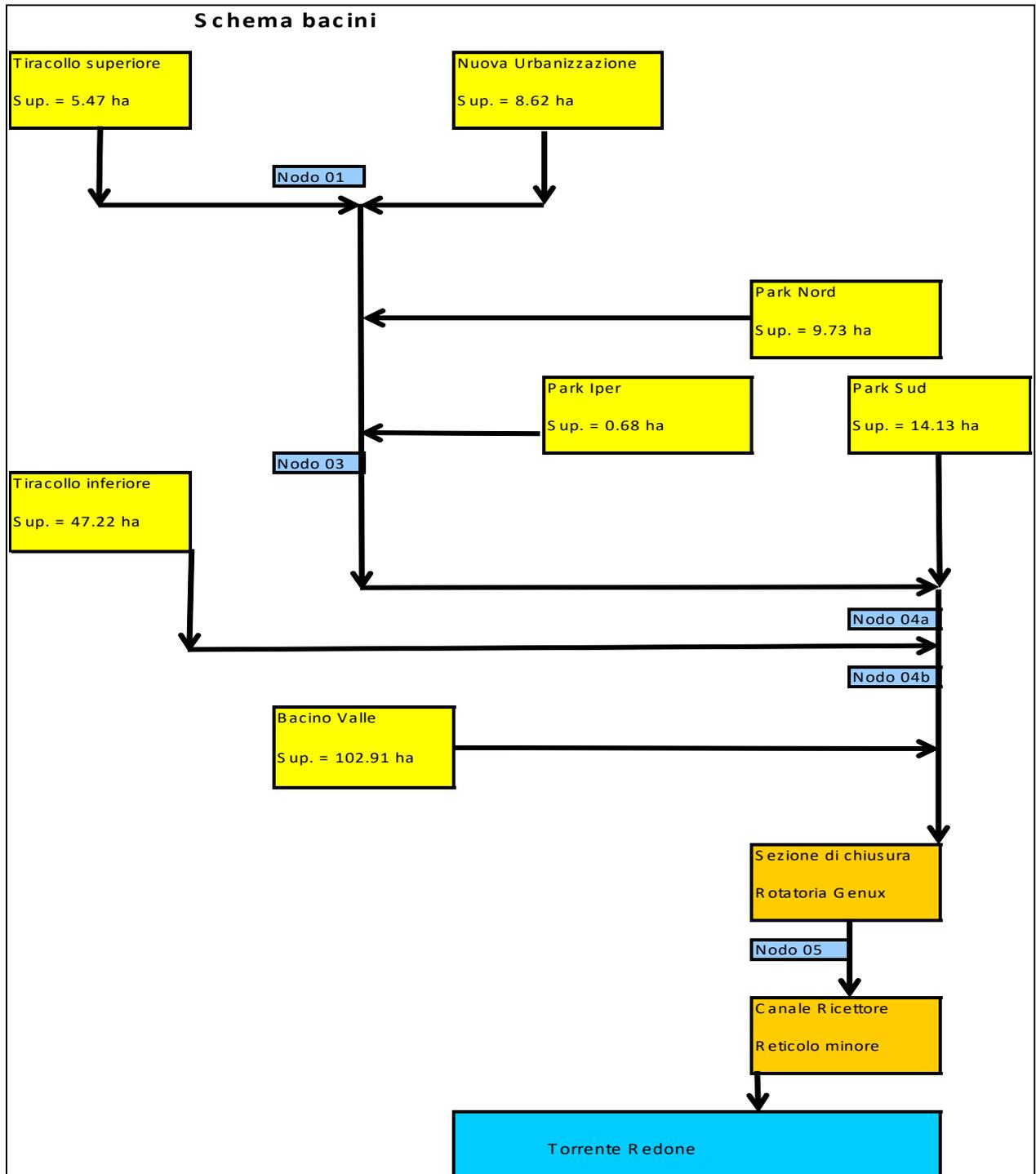


*Estratto planimetrico S\_Bacini oggetto dell'analisi idrologica*

I principali risultati dell'analisi idrologica svolta su ciascun bacino sono riportati nella successiva tabella, ove, per ciascun evento considerato (t pioggia in minuti), sono riportati per ciascun sottobacino, la portata al colmo e il volume complessivo dell'idrogramma di piena per Tr pari a 50 anni.

Bacino	Minuti	20'	45'	60'	70'	90'	180'	360'	720'	1.440'
Nuova Urban.	Qmax [l/s]	797.70	905.93	803.90	744.21	648.06	422.14	265.27	163.60	99.69
	V [m <sup>3</sup> ]	957.24	1425.04	1626.99	1743.84	1948.07	2608.02	3430.18	4443.35	5680.37
TiracolloSup.	Qmax [l/s]	364.60	383.65	357.13	346.21	319.51	226.05	148.38	94.44	58.66
	V [m <sup>3</sup> ]	434.31	682.10	793.20	855.67	968.19	1337.31	1805.98	2392.96	3119.60
TiracolloInf.	Qmax [l/s]	808.19	1435.53	1650.12	1671.25	1615.83	1351.83	975.80	670.67	436.95
	V [m <sup>3</sup> ]	1659.41	3094.84	3765.67	4165.11	4880.81	7320.24	10566.18	14794.77	20207.38
Iper	Qmax [l/s]	245.47	132.73	106.48	94.60	77.99	45.76	26.83	15.72	9.21
	V [m <sup>3</sup> ]	261.80	322.24	346.56	360.27	383.70	455.79	540.33	639.42	755.53
Parch. Nord	Qmax [l/s]	1519.86	1388.01	1176.94	1069.08	907.39	561.95	341.07	204.87	122.27
	V [m <sup>3</sup> ]	1823.83	2501.81	2784.85	2946.59	3226.16	4108.17	5174.19	6454.63	7984.87
<i>Parch. Nord 01</i>	<i>Qmax [l/s]</i>	<i>484.94</i>	<i>511.73</i>	<i>446.78</i>	<i>410.83</i>	<i>354.50</i>	<i>226.81</i>	<i>140.76</i>	<i>85.99</i>	<i>52.00</i>
	<i>V [m<sup>3</sup>]</i>	<i>581.93</i>	<i>841.00</i>	<i>951.51</i>	<i>1015.18</i>	<i>1126.00</i>	<i>1481.08</i>	<i>1918.66</i>	<i>2452.95</i>	<i>3100.21</i>
<i>Parch. Nord 02</i>	<i>Qmax [l/s]</i>	<i>1088.88</i>	<i>876.67</i>	<i>727.18</i>	<i>654.55</i>	<i>548.81</i>	<i>331.96</i>	<i>198.33</i>	<i>117.77</i>	<i>69.66</i>
	<i>V [m<sup>3</sup>]</i>	<i>1306.66</i>	<i>1723.41</i>	<i>1894.66</i>	<i>1991.94</i>	<i>2159.24</i>	<i>2681.22</i>	<i>3303.48</i>	<i>4042.46</i>	<i>4917.33</i>
Parch. Sud	Qmax [l/s]	1908.35	1858.65	1595.92	1457.29	1245.68	782.26	479.31	289.96	174.02
	V [m <sup>3</sup> ]	2290.02	3211.98	3600.45	3823.21	4209.42	5435.88	6930.54	8738.34	10911.04
<i>Parch. Sud Alto</i>	<i>Qmax [l/s]</i>	<i>1103.59</i>	<i>1093.27</i>	<i>941.97</i>	<i>861.38</i>	<i>737.74</i>	<i>465.07</i>	<i>285.71</i>	<i>173.19</i>	<i>104.10</i>
	<i>V [m<sup>3</sup>]</i>	<i>1324.31</i>	<i>1868.91</i>	<i>2098.96</i>	<i>2231.00</i>	<i>2460.12</i>	<i>3189.06</i>	<i>4079.45</i>	<i>5158.46</i>	<i>6457.37</i>
<i>Parch. Sud Basso</i>	<i>Qmax [l/s]</i>	<i>807.10</i>	<i>765.56</i>	<i>653.90</i>	<i>595.79</i>	<i>507.76</i>	<i>317.01</i>	<i>193.46</i>	<i>116.68</i>	<i>69.97</i>
	<i>V [m<sup>3</sup>]</i>	<i>968.52</i>	<i>1345.83</i>	<i>1504.19</i>	<i>1594.87</i>	<i>1751.88</i>	<i>2249.12</i>	<i>2852.99</i>	<i>3581.23</i>	<i>4461.46</i>
<i>Parch. Sud Bas. 01</i>	<i>Qmax [l/s]</i>	<i>282.76</i>	<i>200.64</i>	<i>163.51</i>	<i>146.14</i>	<i>121.39</i>	<i>72.15</i>	<i>42.63</i>	<i>25.11</i>	<i>14.77</i>
	<i>V [m<sup>3</sup>]</i>	<i>339.32</i>	<i>432.64</i>	<i>470.52</i>	<i>491.95</i>	<i>528.65</i>	<i>642.26</i>	<i>776.35</i>	<i>934.34</i>	<i>1120.21</i>
<i>Parch. Sud Bas. 02</i>	<i>Qmax [l/s]</i>	<i>557.00</i>	<i>563.19</i>	<i>487.30</i>	<i>446.39</i>	<i>383.23</i>	<i>242.73</i>	<i>149.60</i>	<i>90.90</i>	<i>54.75</i>
	<i>V [m<sup>3</sup>]</i>	<i>668.40</i>	<i>950.39</i>	<i>1069.89</i>	<i>1138.55</i>	<i>1257.82</i>	<i>1638.12</i>	<i>2103.96</i>	<i>2669.84</i>	<i>3352.40</i>
Valle	Qmax [l/s]	2484.49	3140.41	3342.04	3323.58	3191.12	2586.25	1910.23	1429.60	959.38
	V [m <sup>3</sup> ]	6018.23	7654.48	9221.53	10150.73	11809.67	17421.87	24822.65	34392.50	46565.54

*Risultati dell'analisi idrologica: dati salienti degli idrogrammi di piena per ciascun sottobacino in rapporto agli eventi con 50 anni di tempo di ritorno per ciascuna durata considerata*



*Schema idrico dei sottobacini afferenti alla sezione di chiusura costituita dalla rotatoria "Ex Genus (Multisala King)"*

Per far fronte alle problematiche emerse ed approfondite, con lo studio è stata avanzata la proposta progettuale di realizzare un idoneo sistema di raccolta, convogliamento, laminazione, modulazione e rilascio controllato, con la portata di 200 l/s, delle acque provenienti dal bacino Tiracollo Superiore, dai bacini urbanizzati del centro commerciale "Il Leone" e delle acque provenienti dal bacino "Nuova Urbanizzazione – AdT 11" previa laminazione, da avviare verso il Recapito finale individuato mediante un nuovo collettore di collegamento tra la Via Tiracollo, la nuova vasca di laminazione ("Vasca Sud" Leone) e successivamente dalla

vasca al corpo idrico ricettore. Il nuovo condotto di scarico della Vasca, realizzato con una tubazione in cls DN 100 cm, della lunghezza di circa 1250 metri, è stato dimensionato in modo da poter ricevere nel suo tragitto verso valle, gli ulteriori apporti provenienti dagli altri Bacini tributari, fino alla massima portata compatibile con il Ricettore finale.

## 2.2 STUDIO DI FATTIBILITA' "ANALISI DELLE MODALITA' DI DEFLUSSO DELL'AREA DI SAN CIPRIANO E DEFINIZIONE DELLE OPERE DI RIPRISTINO DELLA CONTINUITA' IDRAULICA" – GIUGNO 2011

Con lo studio successivo è stato approfondito il deflusso delle acque meteoriche e delle portate di magra provenienti dall'area di San Cipriano e Colombare, poste a cavallo del confine comunale tra Lonato del Garda e Desenzano, che afferiscono ad un sistema di drenaggio, che spaglia in Località Campagnoli, nelle esistenti cave di ghiaia, con la finalità di:

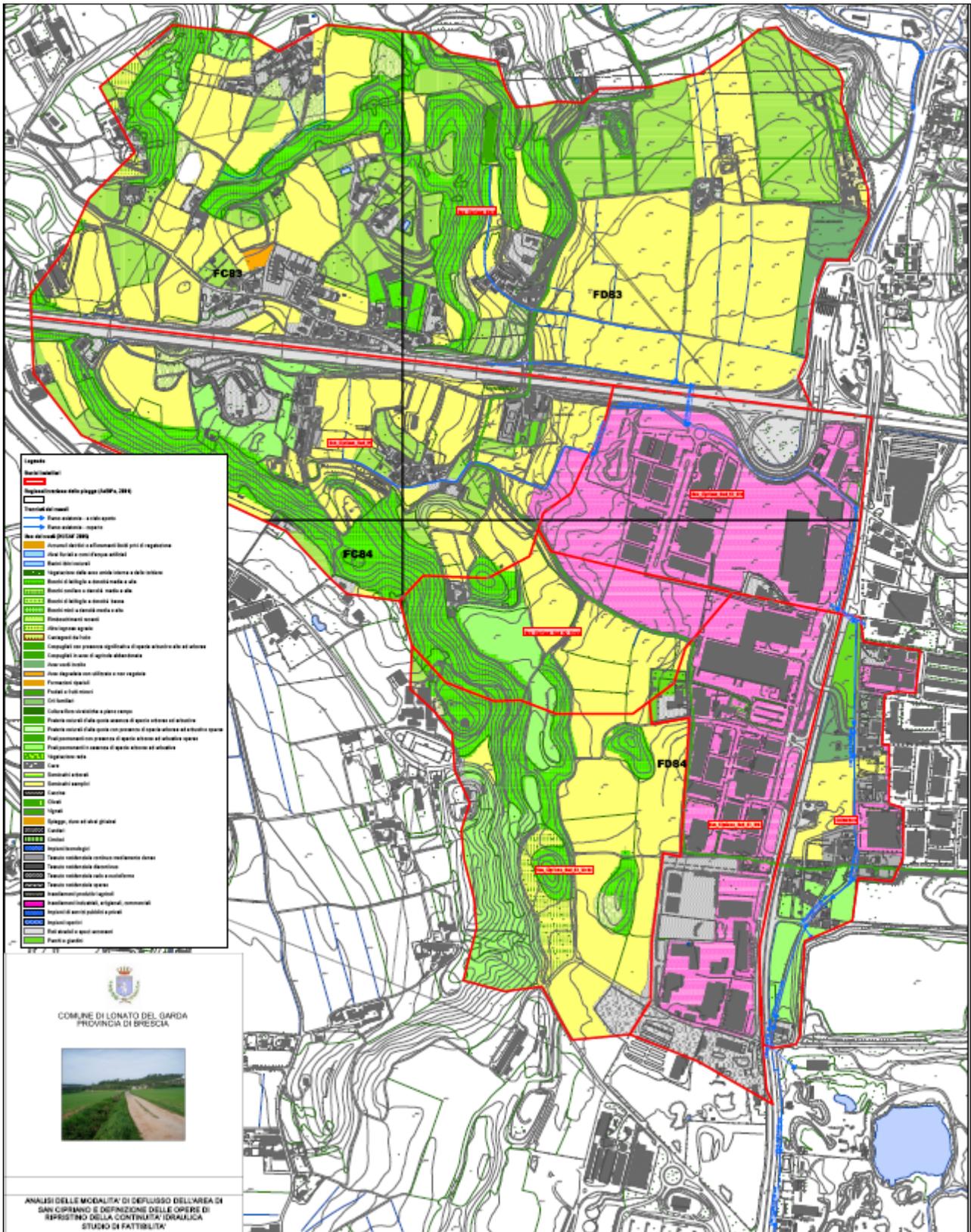
- quantificare l'entità degli afflussi meteorici provenienti da tale bacino,
- proporre uno scenario di soluzioni atte al ripristino del sistema di drenaggio.

Trattasi nuovamente di un importante area, posta a cavallo del confine comunale tra Lonato e Desenzano, approssimativamente delimitata dall'Autostrada Milano – Venezia e dalla località Tiracollo, che afferisce ad un sistema di drenaggio fortemente compromesso da insediamenti urbani oltre che dalla viabilità comunale / provinciale, che a seguito della probabile soppressione di parte del reticolo idrografico naturale superficiale, spaglia ora in Località Campagnoli, nel sistema dei laghetti di cava esistenti.

La sezione di chiusura di interesse ai fini dello Studio del giugno 2011 è stata assunta quella dove oggi è interrotta la continuità idraulica della rete di drenaggio e le acque provenienti dal bacino di San Cipriano vengono immesse nel laghetto di cava della ditta Vezzola.

	Superf. bacino [km <sup>2</sup> ]	Coeff. CN [-]	Lungh. asta princ. [km]	Altezza mass. bacino [m.s.l.m.]	Altezza min. bacino [m.s.l.m.]	Altezza media bacino [m.s.l.m.]	Tempo di corrivazione [minuti]
San_Cipriano_Nord	1.088	75.32	1.8400	218.82	136.52	165.72	<b>(103.61) 90</b>
San_Cipriano_Sud_01	0.448	76.45	1.5800	219.94	138.75	172.39	<b>(75.15) 65</b>
San_Cipriano_Sud_02_Verde	0.174	77.66	0.6900	210.42	137.01	151.95	<b>(55.64) 50</b>
San_Cipriano_Sud_03_Verde	0.298	75.84	0.9500	205.48	134.46	155.68	<b>(63.06) 60</b>
Colombare	0.149	82.95	1.100	Bacino urbano			<b>(33.53) 30</b>
San_Cipriano_Sud_02_Urb	0.250	87.76	1.200	Bacino urbano			<b>(31.57) 30</b>
San_Cipriano_Sud_03_Urb	0.265	87.61	1.100	Bacino urbano			<b>(31.57) 30</b>

*Riassunto dei principali dati idrologici dei bacini (e della relativa suddivisione in sottobacini) perimetrati ai fini dello Studio del giugno 2011*



*Estratto planimetrico S\_Bacini oggetto dell'analisi idrologica*

Sono stati presi in esame eventi con 10 anni di tempo di ritorno: si è infatti ritenuto che tale tempo fosse idoneo, stante le caratteristiche delle aree e dei siti interessati dai fenomeni di accumulo e scarico delle acque

meteorica e la relativa vocazione industriale.

Gli ietogrammi sintetici utilizzati sono del tipo costante, di durata compresa tra 60' e 1'440': 60', 120', 180', 240', 360', 480', 600', 720', 1'440'.

Bacino	Minuti	60'	120'	180'	240'	360'	480'	600'	720'	1.440'
San_Cipriano_Nord	Qmax [m <sup>3</sup> /s]	2.18	2.48	2.31	2.10	1.75	1.52	1.35	1.22	0.80
	V [m <sup>3</sup> ]	7'705	10'921	13'468	15'658	19'299	22'312	24'917	27'229	37'683
San_Cipriano_Sud_01	Qmax [m <sup>3</sup> /s]	1.34	1.22	1.07	0.95	0.78	0.66	0.58	0.52	0.34
	V [m <sup>3</sup> ]	3'527	4'927	6'029	6'972	8'534	9'822	10'933	11'917	16'348
San_Cipriano_Sud_02_Verde	Qmax [m <sup>3</sup> /s]	0.68	0.53	0.45	0.39	0.32	0.27	0.23	0.21	0.14
	V [m <sup>3</sup> ]	1'528	2'104	2'554	2'938	3'571	4'091	4'538	4'934	6'708
San_Cipriano_Sud_03_Verde	Qmax [m <sup>3</sup> /s]	0.88	0.69	0.65	0.59	0.50	0.43	0.38	0.34	0.22
	V [m <sup>3</sup> ]	2'217	3'121	3'835	4'447	5'463	6'303	7'028	7'671	10'573
Colombare	Qmax [m <sup>3</sup> /s]	0.89	0.65	0.51	0.43	0.33	0.28	0.24	0.21	0.13
	V [m <sup>3</sup> ]	2'030	2'650	3'122	3'517	4'160	4'680	5'123	5'511	7'225
San_Cipriano_Sud_02_Urb	Qmax [m <sup>3</sup> /s]	1.93	1.30	1.00	0.83	0.63	0.52	0.44	0.39	0.24
	V [m <sup>3</sup> ]	4'847	6'077	6'994	7'754	8'972	9'947	10'769	11'486	14'609
San_Cipriano_Sud_03_Urb	Qmax [m <sup>3</sup> /s]	2.02	1.37	1.05	0.87	0.66	0.54	0.47	0.41	0.25
	V [m <sup>3</sup> ]	5'074	6'369	7'336	8'137	9'421	10'449	11'316	12'073	15'370

*Risultati dell'analisi idrologica: dati salienti degli idrogrammi di piena per ciascun sottobacino in rapporto agli eventi con 10 anni di tempo di ritorno per ciascuna durata considerata.*

In base ai risultati dello Studio Idrologico, vennero tratte le seguenti conclusioni:

1. le acque meteoriche e quelle di magra, provenienti dai bacini di San Cipriano, affluenti sull'area di interesse (cava Vezzola – via Mantova e est della Strada Provinciale) provenienti dai bacini dominanti posti a nord non sono oggi convogliate verso un recapito a seguito della compromissione del reticolo idrografico superficiale avvenuta in passato con la sostanziale interruzione e soppressione dei corsi d'acqua preesistenti che non consente il naturale recapito delle acque di monte alla rete idrografica superficiale CIS;
2. l'unico recapito idoneo è costituito da un C.I.S. affluente del Rio Redone, circa 2'490 m a Sud della sezione di chiusura del bacino individuata lungo la via Mantova nel quale in passato è già stata concessa, da parte del Comune di Lonato del Garda, la facoltà di attivare uno scarico congiuntamente alle ditte Vezzola e Lorenzoni della portata di 90 l/s, compatibili con le portate scaricate nello stesso per tramite della Vasca di laminazione del Centro Commerciale "Il Leone" (200 l/s) di recente realizzata, ed il futuro convogliamento delle acque del bacino residuo;

dalle quali si è proceduto alla definizione delle proposte di intervento consistenti nel:

- ripristino della continuità idraulica del condotto di scarico parzialmente esistente con collegamento ed immissione finale nel pozzetto immediatamente a valle del sottopasso della Provinciale del nuovo collettore di scarico proveniente dalla Vasca di laminazione del Centro Commerciale "Il Leone"-, in modo tale da rendere possibile il convogliamento delle portate di magra lungo tale percorso eliminando le immissioni in cava.

- consentire il rilascio, durante gli eventi meteorici, della portata limitata di 90 l/s vettoriabili per gravità verso valle, ;
- invasare le portate eccedenti i 90 l/s scaricabili a pelo libero, durante gli eventi meteorici in una idonea depressione o bacino artificiale, per realizzare la necessaria laminazione;
- rilasciare i volumi laminati, successivamente all'evento meteorico, mediante idoneo sollevamento dal bacino artificiale di laminazione delle acque invasate, alla portata di 45 l/s.

In sostanza veniva proposta la realizzazione di un nuovo collettore di gronda circolare DN 600 mm in cls., della lunghezza complessiva di circa 1270,14 metri, da posare lungo la contro strada di via Mantova, che dalla località "casa del sig. Kappa" colleghi la tubazione di recente realizzata dal Centro Commerciale "Il Leone" in prossimità dell'insediamento della ditta Lorenzoni.

### 2.3 QUANTIFICAZIONE DEGLI APPORTI TEORICI AMMESSI AL CIS AFFLUENTE DEL RIO RUDONE

Con gli studi del 2010 e del 2011, sono stati determinati degli apporti che il corpo idrico recapito dell'immissione è in grado di accogliere, tenendo conto degli apporti già presenti e dei contributi degli altri bacini imbriferi insistenti su di esso.

Il corpo idrico individuato quale recapito finale è stato l'affluente del Rio Redone che si origina all'altezza della rotatoria sulla S.P. 567 in corrispondenza della Multisala "King"; al quale pervengono tutte le acque oggi coltettate o di futuro collettamento per tramite della tubazione già predisposta nell'ambito dei lavori di riassetto idraulico dell'area della località "Campagnoli" (Interventi del centro Commerciale Leone).

Proprio nell'ambito dello Studio del 2010 era stata condotta una prima analisi di dettaglio, successivamente approfondita con lo studio del bacino di San Cipriano, circa la capacità idraulica del CIS affluente del Rio Redone, determinando le portate convogliabili nelle diverse sezioni di quest'ultimo in differenti condizioni di riempimento.

Nello specifico si fa riferimento a portate convogliabili garantendo un franco idraulico minimo pari a 0.20 m in tutte le sezioni, pari a circa 650 l/s, seppur la portata convogliabile a franco nullo, all'epoca, venne stimata in circa 900 – 1'000 l/s.

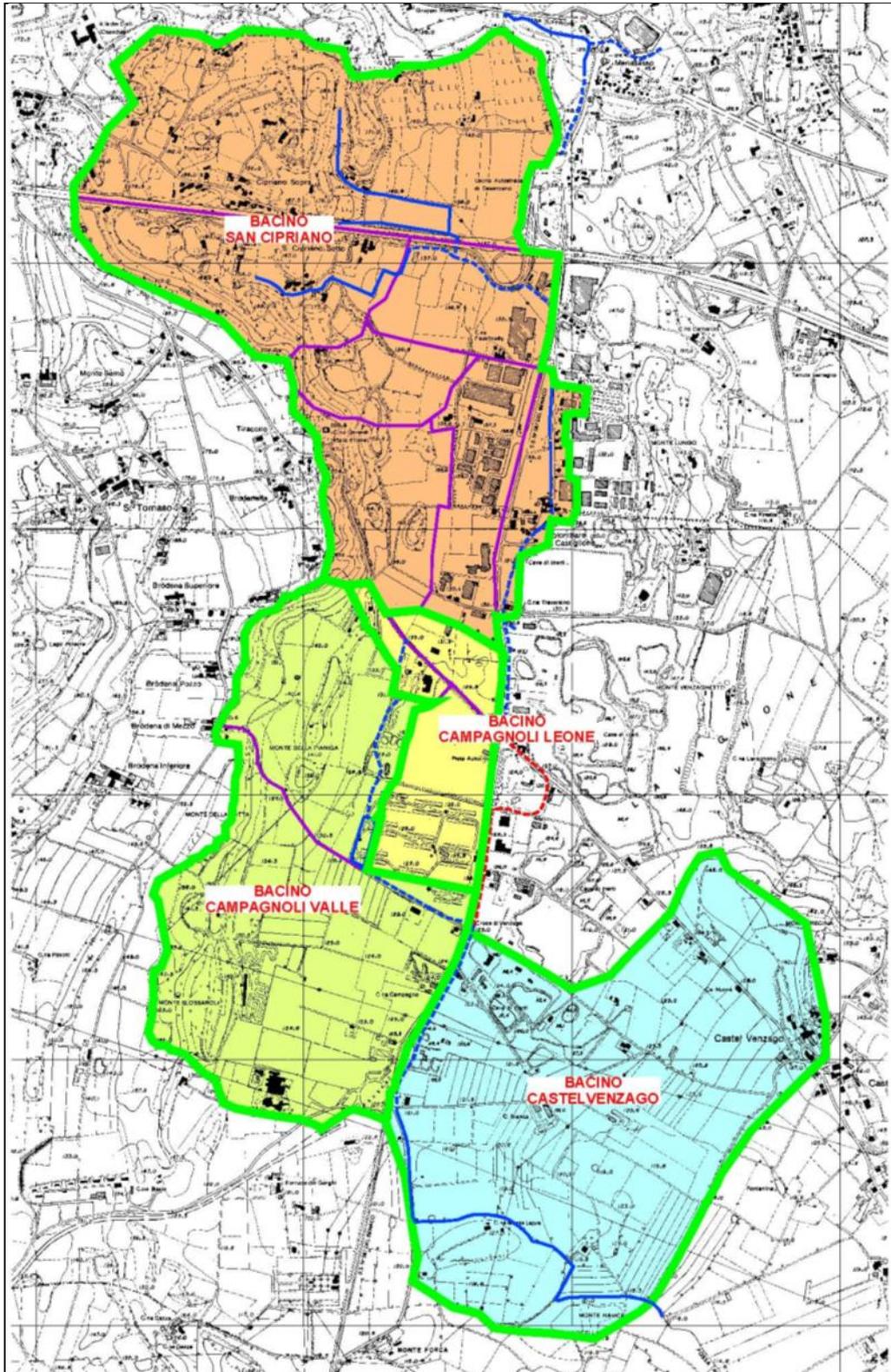
Di fatto nell'approfondimento effettuato, il bacino imbrifero dell'affluente del Rio Redone viene ad essere costituito da tre differenti sottobacini individuati dalla successiva cartografia:

- Il bacino di San Cipriano, oggetto di specifico Studio del 2011;
- Il bacino della località "Campagnoli", oggetto dello Studio 2010, per il riassetto idraulico (Leone);
- Il bacino posto a valle della confluenza tra il bacino San Cipriano e il bacino Campagnoli (sezione in corrispondenza del sottopasso della Provinciale del collettore di scarico proveniente dal Leone), definito bacino "Castel Venzago".

Va inoltre posto in evidenza che il Comune di Lonato, in qualità di titolare delle competenze in materia di Polizia Idraulica sull'affluente del Rio Redone, corpo idrico appartenente al Reticolo Idrografico Minore, in passato ha già autorizzato due scarichi nello stesso:

- lo scarico della vasca di laminazione posta a Est del Centro Commerciale "Il Leone", realizzata nell'ambito del riassetto idraulico della località "Campagnoli", per complessivi 200 l/s. Tale scarico esaurisce l'apporto di tutti i bacini della parte settentrionale località "Campagnoli", che comprende il Centro Commerciale "Il Leone", alcune aree in via di urbanizzazione a nord di quest'ultimo (A.d.T. 11) e il bacino naturale gravante su Via Tiracollo superiore. La vasca di laminazione ed il relativo condotto di scarico, nonché tutte le opere interne al Centro Commerciale "Il Leone" sono completate e pertanto lo scarico è ad oggi attivo;

- lo scarico delle acque di aggotamento della falda in capo a due insediamenti a Est della S.P. 567, la cava "Vezzola" e la cava "Lorenzoni", ciascuno per 45 l/s, per complessivi 90 l/s. Tali scarichi non sono oggi operativi.



In merito agli scarichi concessi alle cave "Vezzola" e "Lorenzoni" si evidenzia come la loro natura, la loro funzione e la loro localizzazione siano pienamente sovrapponibili alle esigenze di convogliamento verso valle delle acque meteoriche affluenti dal bacino di San Cipriano: l'aggottamento delle acque negli specchi della cava "Lorenzoni" e, ancor più, nella cava "Vezzola" si rendono necessari a causa dell'innalzamento dei tiranti idrici conseguenti anche agli apporti del bacino di San Cipriano. La proposta progettuale all'epoca sviluppata ha fatto specifico riferimento, per la definizione delle portate massime convogliabili verso valle durante e dopo gli eventi meteorici da parte del bacino imbrifero di San Cipriano, al valore di 90 l/s, già concesso allo scarico, introducendo un vincolo sull'esercizio dell'autorizzazione rilasciata alle cave "Vezzola" e "Lorenzoni", che consiste nell'interdizione dello scarico per tutto la durata corso degli eventi meteorici e fintanto che viene convogliata verso valle a gravità una portata pari a 90 l/s, con la sospensione del pompaggio dai laghetti di cava, per contenere gli apporti al ricettore pari alla portata massima prefissata.

Facendo pertanto riferimento:

- ai fini del convogliamento degli apporti del bacino di San Cipriano, alle portate già concesse agli insediamenti "Vezzola" e "Lorenzoni" pari a 90 l/s,
- alle portate allo scarico consentite al Bacino Campagnoli Leone, risultante dalla somma del Bacino corrispondente all'A.d.T. 11, Tiracollo Superiore e del Centro Commerciale "il Leone" che dopo la laminazione risultano complessivamente pari a 200 l/s,
- alla potenzialità del ricettore di complessivi 650 l/s,

si è valutata la capacità teorica di drenaggio dei rimanenti bacini di valle rapportata alle caratteristiche idrologiche dei singoli bacini ed individuato l'apporto unitario ammissibile allo scarico verso il RIM.

Di seguito vengono riassunti i dati idrologici di tutti bacini afferenti all'affluente del Rio Redone (area drenata, coefficiente di afflusso determinato ad hoc sulla base dell'uso dei suoli del Progetto DUSAF, area impermeabile), nonché gli apporti meteorici già concessi all'area urbanizzata "Campagnoli- Leone" e cave "Vezzola" e "Lorenzoni" - San Cipriano e quindi quelli residui sull'area non ancora urbanizzata del Tiracollo Inferiore, del Bacino Valle e del Bacino Castel Venzago, in termini assoluti e specifici per ettaro di area impermeabile.

Bacino	Superficie totale	$\Phi$	Superficie impermeabile	Apporto concesso	Portata risultante	Portata totale
	[m <sup>2</sup> ]		[m <sup>2</sup> ]	[l/s*ha]	[l/s]	[l/s]
C. Comm. "Il Leone"	244'321.83	70.00	171'025.28	7.64	130.58	200.00
Tiracollo Superiore	53'911.44	61.20	32'993.80	7.64	25.19	
Nuova Urbanizzazione	86'190.59	67.20	57'920.08	7.64	44.22	
Colombare	149'434.19	46.76	69'873.66	0.93	6.50	90.00
SC_Nord	1'088'298.71	23.74	258'404.49	0.93	24.02	
SC_Sud_01	447'924.45	27.25	122'070.36	0.93	11.35	
SC_Sud_02_Urb	250'050.37	81.03	202'616.41	0.93	18.83	
SC_Sud_02_Verde	173'943.57	29.69	51'638.05	0.93	4.80	
SC_Sud_03_Urb	264'584.19	77.00	203'739.04	0.93	18.94	

SC_Sud_03_Verde	297'944.69	20.09	59'844.23	0.93	5.56	
Tiracollo Inferiore	472'084.30	31.50	148'706.55	4.40	65.49	360.00
Bacino Valle	1'028'325.32	14.60	150'135.50	4.40	66.12	
Bacino "Castel Venzago"	1'856'107.14	27.94	518'596.33	4.40	228.39	
<b>Totale</b>					<b>650.00</b>	

*Quantificazione degli apporti teorici ammessi all'affluente del Rio Rudone, suddivisi in base agli usi concessi*

In base a quanto riportato i limiti imposti alle autorizzazioni allo scarico già rilasciate garantiscono all'affluente del Rio Rudone una capacità residua di convogliamento nell'ordine di 360 l/s (a fronte di una portata massima imposta in 650 l/s), cui corrisponde un apporto specifico di 4.40 l/(s\*ha), ampiamente compatibile con un'area non urbanizzata e con eventuali future urbanizzazioni, a condizione che anche a queste ultime vengano imposti limiti allo scarico analoghi a quelli sopra riportati, ed a suo tempo imposti per la località "Campagnoli" ed al bacino di San Cipriano.

Tali valori dello scarico si rappresentano pertanto come limiti in termini di apporto complessivo che vanno assunti come vincolanti per il dimensionamento del sistema di drenaggio nel caso di trasformazione urbanistica dei suoli all'interno dei singoli Bacini individuati, a garanzia dell'assetto idraulico del corpo ricettore e dei territori di valle.

Gli elementi indicati in termini di portata si rappresentano conseguentemente caratterizzanti e costituenti un Piano di bacino degli scarichi delle acque meteoriche del territorio d'interesse.

#### **2.4 AMBITO DI TRASFORMAZIONE ADT 12**

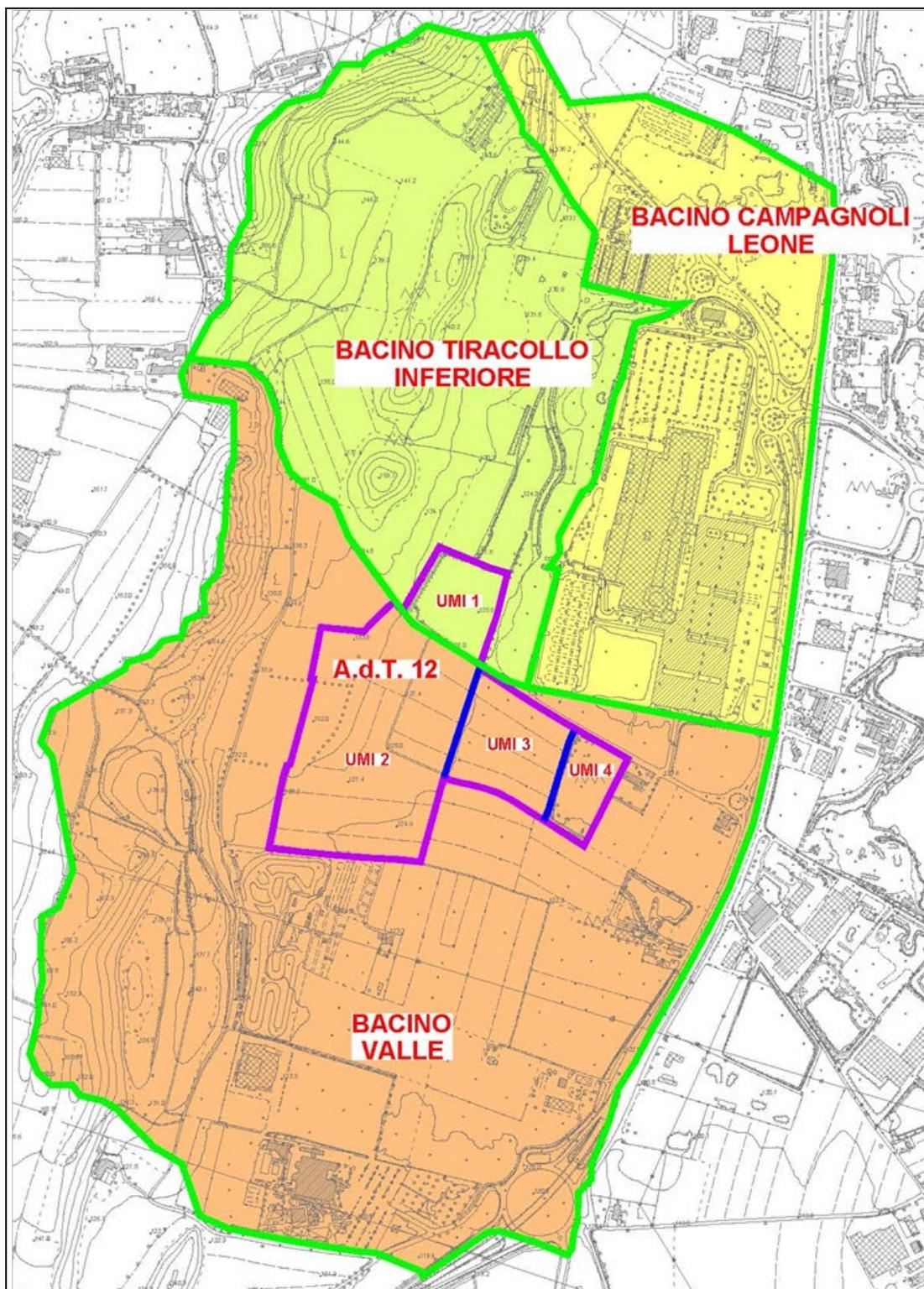
Le aree interessate dall'Ambito di Trasformazione 12, di complessivi 157900 mq circa, sono collocate in fregio alla strada che collega la frazione Brodena alla via Mantova in prossimità del distributore di carburante del centro Commerciale Il Leone.

Tali aree interessano parzialmente il Bacino Tiracollo Inferiore e Bacino Valle, tributari del CIS affluente del Rio Rudone mediante il potenziale allaccio, a valle del centro commerciale "Il Leone", nel nuovo canale di collettore scarico, di recente realizzato.

Per tale motivo è necessario in via preliminare valutare la compatibilità del nuovo innesto, e pertanto opportuno richiamare sinteticamente gli interventi di recente realizzati che consistono in:

- realizzazione del collettore Nord di collegamento tra Via Tiracollo e la nuova vasca di laminazione ("Vasca Sud");
- realizzazione della vasca di laminazione (definita "Vasca Sud"), con la finalità di raccogliere le acque provenienti dai bacini del centro Commerciale, del Tiracollo superiore e della Nuova Urbanizzazione – A.d.T 11 ed atto a garantire il rilascio controllato di portate compatibili con la capacità del corpo ricettore di valle (200 l/s);
- realizzazione del collettore di scarico Sud per il collegamento della vasca di laminazione al corpo idrico ricettore costituito da:
  - un primo tratto (Nodi S01-S10), dalla vasca alla S. P. 567, posato sulla banchina settentrionale della Via Mantova posto a Sud del Centro commerciale, in tubazione in cls DN 1'000 e pendenza dello 0.2%;
  - l'attraversamento della S.P. 567 per raggiungere la contro-strada posta a Est della Provinciale mediante spingitubo con fossa di spinta all'interno della rotatoria di Via Mantova, e cameretta di arrivo nella contro

- strada a est con posa di tubazione in cls DN 1'000 e pendenza dello 0.2%;
- un secondo tratto (Nodi S11-S27), dalla S. P. 567 al canale ricettore a valle della rotatoria "Multisala King", posato in sede della Via Mantova posto a Sud del Centro commerciale, in tubazione in cls DN 1'000 con pendenza dello 0.2%;



- la realizzazione di una manutenzione al tratto di canale ricettore a valle della rotatoria "Multisala King" dal punto di scarico della nuova tubazione fino all'immissione nel Torrente Redone, per uno sviluppo complessivo di circa 1'700 metri, onde garantire la capacità di smaltimento delle nuove portate convogliate.

## 2.5 QUANTIFICAZIONE DEGLI SCARICHI AMMESSI NEL COLLETTORE DI SCARICO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE DEL LEONE

L'apporto dei bacini Tiracollo Inferiore e di Valle, negli Studi Idraulici richiamati sono stati determinati in circa 4.4 l/s\*ha di superficie impermeabilizzata, recependo in tal modo, le raccomandazioni formulate, da parte di Garda Uno s.p.a. con nota in data 11/06/2010, a maggior tutela del corpo idrico ricettore e di tutto il bacino idrografico che vi gravita.

Tale limitazione imposta per ragioni di compatibilità con il ricettore finale, richiede che presso i singoli bacini venga effettuata la laminazione delle portate esuberanti il valore determinato.

Solo, a seguito della limitazione le acque meteoriche provenienti dal nuovo bacino rappresentato dall'Ambito di Trasformazione 12 potranno immettersi nello Scaricatore a valle del Centro Commerciale, tra le sezioni S01 – S10, purché ivi pervengano già modulate a seguito di una laminazione in situ, da realizzarsi con opere di smaltimento, accumulo e rilascio controllato, da realizzarsi nell'ambito dell'intervento di urbanizzazione.

Per definire l'idrogramma risultante del bacino "Ambito di trasformazione 12 – A.d.T. 12", è necessario definire le portate ammesse allo scarico per quest'ultima.

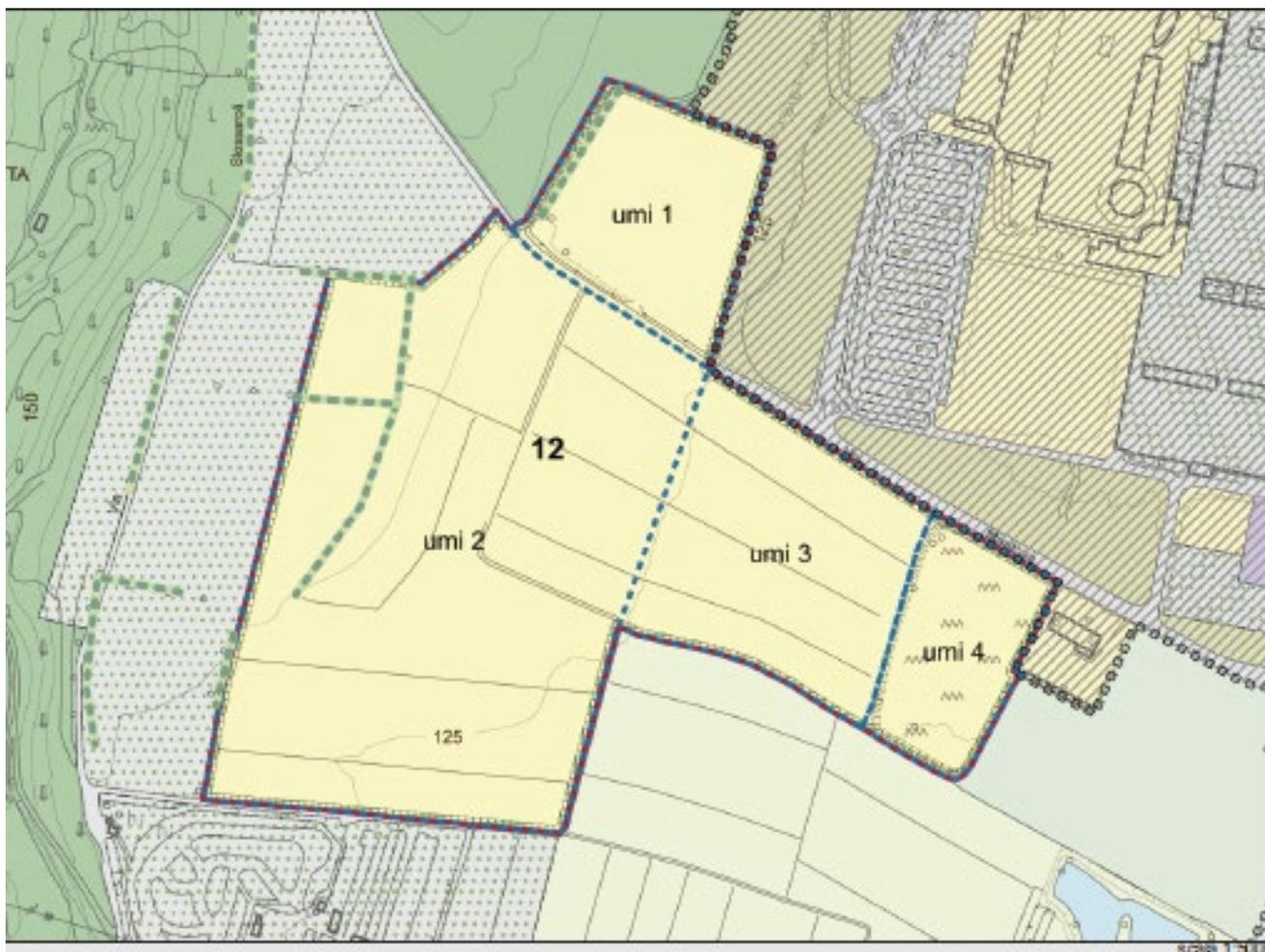
A tal fine si è adottato il criterio, analogo a quanto contenuto nelle vigenti normative regionali, di definire una portata ammessa allo scarico in base a contributi specifici per ettaro di superficie territoriale, non essendo in grado allo stato attuale di individuare l'uso del suolo delle aree di futura edificazione, né i futuri interventi di trasformazione edilizia. Tale criterio pare comunque cautelativo e di salvaguardia del ricettore finale e della potenzialità di sviluppo del territorio oggi non urbanizzato.

Bacino	Superficie totale	Φ	Superficie impermeabile	Apporto concesso	Portata risultante	Portata totale
	[m <sup>2</sup> ]		[m <sup>2</sup> ]	[l/s*ha]	[l/s]	[l/s]
Tiracollo Inferiore	472'084.30	31.50	148'706.55	4.40	65.49	131.61
Bacino Valle	1'028'325.32	14.60	150'135.50	4.40	66.12	

Si è provveduto alla determinazione della portata ammissibile allo scarico di ciascuna Unità Minima d'intervento in cui è suddiviso l'A.d.T. 12, proporzionale alla superficie territoriale individuata dagli elaborati cartografici del PGT del Comune di Lonato del Garda.

Successivamente, tenuto conto che la futura fognatura stradale si rappresenta anche come il collettore delle acque provenienti dal bacino Tiracollo Inferiore non facente parte del nuovo comparto d'urbanizzazione, si è pervenuti alla portata massima di progetto, convogliabile verso lo scarico nel RIM, per tramite del Collettore realizzato dal C. Commerciale Il Leone.

Gli apporti allo scarico nel collettore così determinati per ciascuna UMI si rappresentano vincolanti per la successiva progettazione del rispettivo sistema di "raccolta, invaso, disperdimento e modulazione", conseguendo in tal modo l'obiettivo di svincolare la realizzazione del sistema fognario di ogni singola Unità Minima d'intervento, che potrà essere sviluppata per ogni singola Unità in una fase esecutiva successiva.



Estratto P.G.T. \_ A.d.T. 12

**157.900 mq (ST complessiva)**  
 UMI 1: 18.200 mq  
 UMI 2: 95.000 mq  
 UMI 3: 29.500 mq  
 UMI 4: 15.200 mq

Di seguito si è dato luogo alla determinazione dei contributi ammissibili per ciascun sottobacino dell' A.d.T.12 (UMI 1 – UMI 4)

ATD_12_LONATO	Sup. parziale	Sup. Tot.			Portata scarico	
					[l/s]	[l/s]
UM1	18200		Bacino tiracollo inferiore		2.52	2.52
UM2	95000		Bacino Valle		6.11	
UM3	29500		Bacino Valle		1.90	
UM4	15200		Bacino Valle		0.98	8.98
		157900				
<b>ATD_12_LONATO</b>					totale scarico	<b>11.51</b>

*Determinazione della portata complessiva ammissibile afferente il collettore in termini di contributo dell' A.d.T. 12*

Il valore di **6.11 l/s** così determinato si rappresenta come il contributo complessivo modulato dell'intero bacino incluso nell'Ambito di trasformazione 12 - UMI 2 , che può essere complessivamente convogliato nel Canale di scarico proveniente dalla Vasca Sud di laminazione del Leone a valle del centro Commerciale "Il Leone" e convogliato successivamente al CIS.

Tale valore di scarico risulta particolarmente esiguo in rapporto alla superficie complessiva dell' UMI 2 di circa 95.000 m<sup>2</sup>, ed alle portate di pioggia che a fronte dell'evento di progetto con Tr = 50 anni su un comparto di nuova urbanizzazione possono essere di 2 - 3 ordini di grandezza superiori.

Inoltre lo scarico, anche parziale delle portate meteoriche in rete fognaria o verso un corpo idrico superficiale, non consente l'applicazione di quanto previsto dall'art. 11 comma 2) lettera e) n. 3) del R.R. 7/2017, così come modificato dal R.R. 8 del 17.04.2019 che prevede:

- nel caso della realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non siano previsti scarichi verso ricettori
- se i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione sono basati su prove di permeabilità, allegate allo studio, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F,

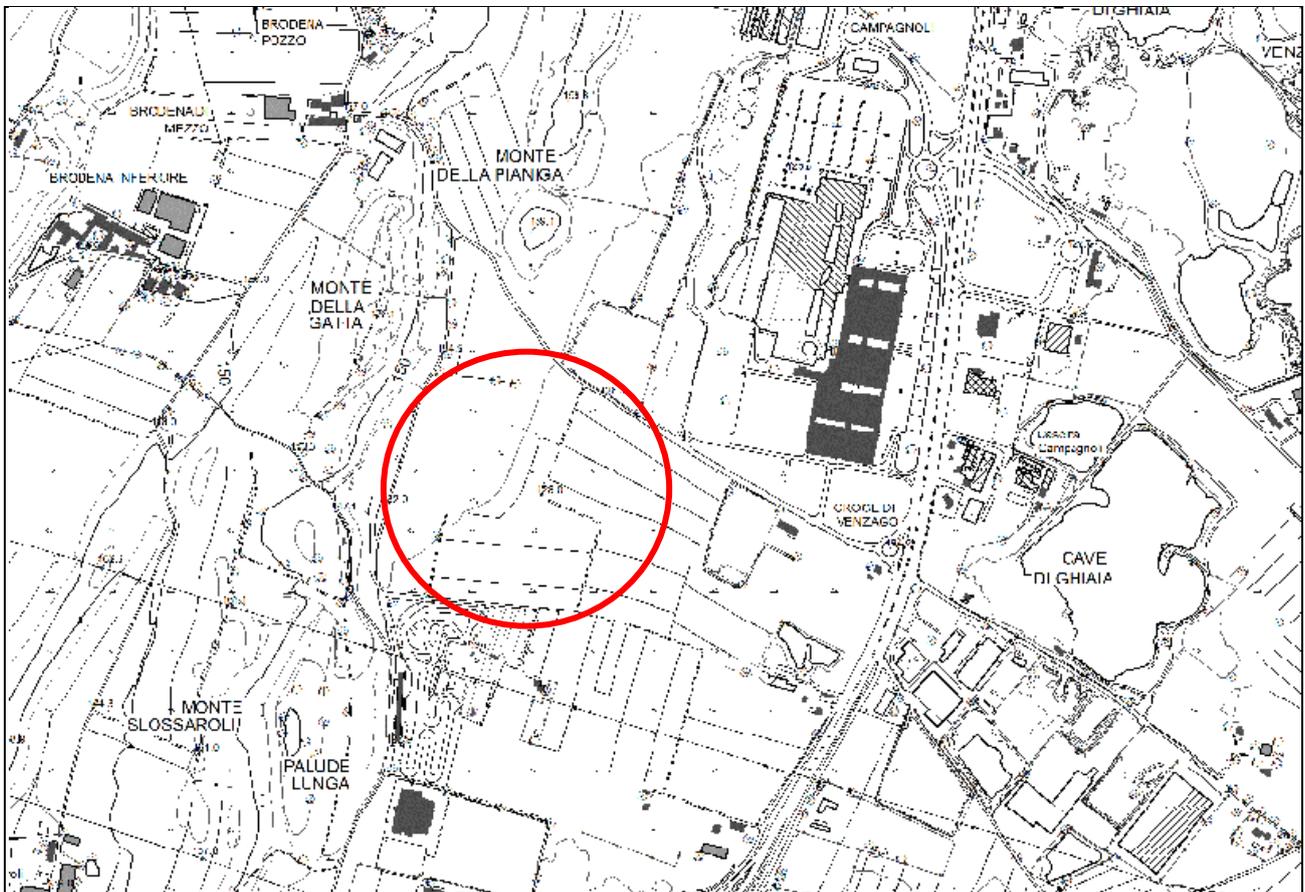
il requisito minimo previsto dall'articolo 12, comma 2, può essere ridotto del 30 per cento".

Poiché l'abbattimento del volume minimo previsto dall'articolo 12, comma 2 risulta particolarmente significativo in termini di opere d'invaso da realizzare, nella presente progettazione preliminare non sarà prevista l'attivazione di alcun scarico verso la pubblica Fognatura o verso corpi idrici superficiali, ma il solo smaltimento mediante infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo tramite dispositivi Pozzi perdenti.

### 3 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI URBANIZZAZIONE DI PROGETTO

L'intervento di progetto si colloca nella parte est del comune di Lonato del Garda, nella porzione di territorio posta alle pendici orientali della dorsale morenica dominata dal monte Tiracollo e ricompresa dalla via Mantova - Brodena a nord, ed a est dalla via Mantova (strada provinciale Desenzano - Castiglione delle Stiviere), in un'area classificata da vigente P.G.T. come Ambito di trasformazione a destinazione commerciale/produttiva, confinante con viabilità pubblica a Nord, con aree a prevalente destinazione sportiva a sud, agricola produttiva ad est ed a ovest.

Le aree di interesse sono inserite nell'Ambito di Trasformazione 12 - UMI2 del Comune di Lonato d/G, sulle quali è consentito l'insediamento di attività produttive non comprese nell'elenco delle industrie insalubri di prima classe, integrate da attività direzionali e commerciali complementari all'adiacente insediamento di grande distribuzione di vendita.



*Estratto CTR (Fuori scala) - Lonato del Garda*

Le opere interessano l'area posta a sud della via Mantova, catastalmente identificata nel NCT di Lonato del Garda al fg. 54, mappali 22, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93 e 23; trattasi di aree che allo stato attuale sono adibite all'attività agricola.

Alle aree di interesse si accede direttamente dalla via Mantova - Brodena.

La tipologia dell'intervento in oggetto rientra nella categoria degli insediamenti produttivi/commerciali.

Le opere di urbanizzazione oggetto della presente prevedono la realizzazione di:

- Parcheggio pubblico:

- area destinata a parcheggio pubblico posta a sud della via Mantova - Brodena, immediatamente a est della nuova rotatoria di accesso al "Nuovo Insediamento Produttivo" sito in Località Campagnoli, rientrando nell'Ambito di Trasformazione AdT 12 - UM 2.
- L'area d'interesse è contraddistinta dall'intero lato nord posto in fregio alla via Mantova; al parcheggio si accede dal carraio posto sul lato sinistro della strada di penetrazione dell'Ambito dopo aver disimpegnato la nuova rotatoria alla seconda uscita dalla Provinciale Desenzano Castiglione.
- Sul fronte nord del nuovo parcheggio, il tratto di viabilità esistente che ad oggi collega la località Brodena con la via Mantova e perimetra sul lato Nord dell'Ambito AdT 12 - UM 2, oggetto di trasformazione, la viabilità risulterà modificata in quanto nell'ambito dell'intervento complessivo è prevista la realizzazione di rettifica stradale e formazione di nuova rotatoria.
- Trattasi dell'area interessata dal Parcheggio pubblico P1 e viabilità - aree di manovra, verde profondo e parcheggi drenati posti a Nord del fabbricato di progetto, le aree del nuovo parcheggio sono poste alla quota di circa - 9.50 e degradanti fino a raggiungere la quota maggiormente ribassata di - 11.03 in angolo Sud - Est.

- Strade e viabilità:

- ammodernamento della viabilità della via Mantova - Brodena esistente, con il potenziamento di un primo tratto dell'esistente sede viaria e la realizzazione di una nuova Rotonda per l'immissione nella nuova viabilità in progetto per l'accesso al comparto di lottizzazione e per il collegamento con la via Mantova stessa,
- realizzazione della nuova viabilità di penetrazione ed accesso sul lato Est del fabbricato di progetto e di collegamento dell'Ambito di Trasformazione AdT 12 - UM 2 -" sito in Località Campagnoli con la via Mantova.

L'ammodernamento della viabilità della via Mantova - Brodena esistente con realizzazione di una nuova Rotonda per l'immissione nella nuova viabilità in progetto per l'accesso al comparto, ai sensi del R.R. 7/2017 art. 3 comma 3 lettera b) risulta esclusa dall'applicazione del Regolamento. Differentemente per quanto riguarda invece la realizzazione della nuova viabilità di penetrazione all'Ambito di Trasformazione AdT 12 - UM 2 -"Nuovo Insediamento Produttivo", trattandosi di nuova strada ai sensi dell'articolo 3 comma 3, essa è soggetta ai disposti del Regolamento Regionale 7/2017.

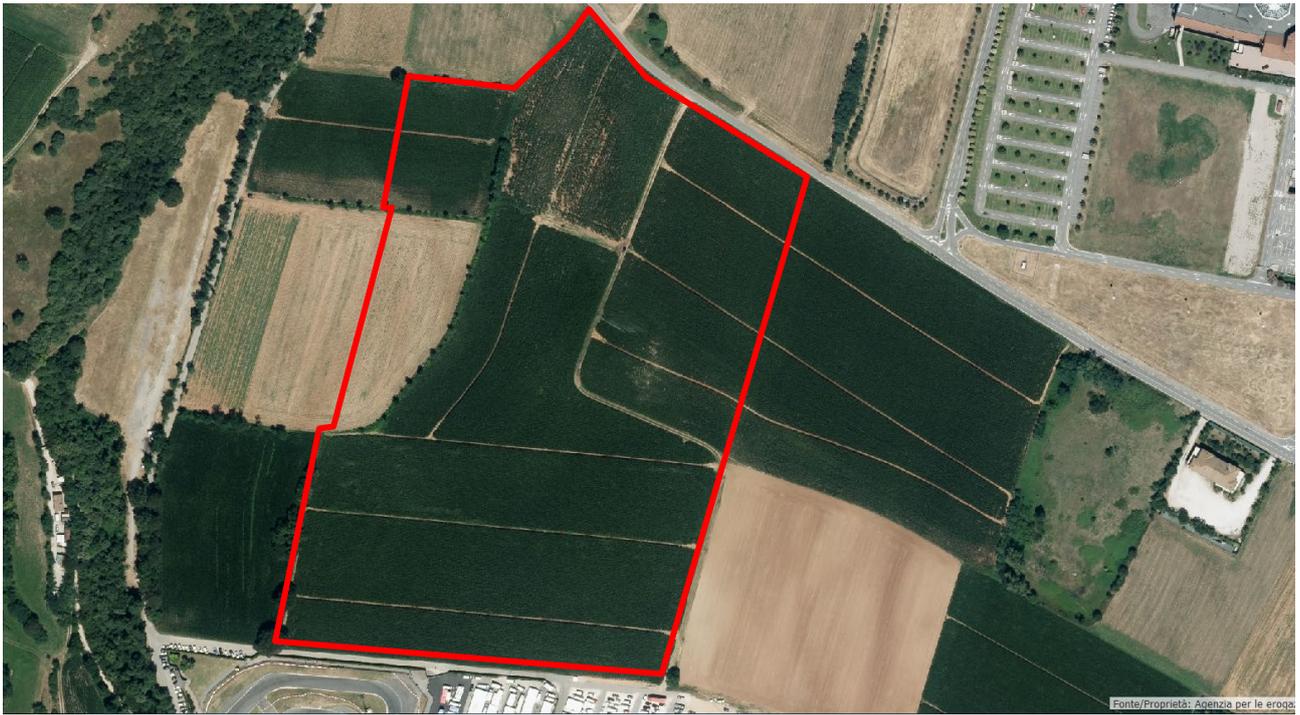
Ciò premesso, per semplicità di trattazione, poiché si rende comunque necessario prevedere un efficiente sistema di drenaggio della nuova rotatoria e del tratto della via Mantova - Brodena oggetto di riqualificazione e potenziamento, si è provveduto alla progettazione e verifica del sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche secondo le modalità indicate dal Regolamento Regionale 7/2017

Per tutte le aree oggetto di trasformazione a seguito della realizzazione delle Opere di Urbanizzazione, per le viabilità oggetto di riqualificazione/potenziamento, il progetto prevede la formazione di idonee linee di raccolta delle acque meteoriche delle nuove infrastrutture stradali delle aree per parcheggi pubblici ed aree di manovra, unitamente ai collettori principali ed al sistema di modulazione delle portate e smaltimento per infiltrazione.

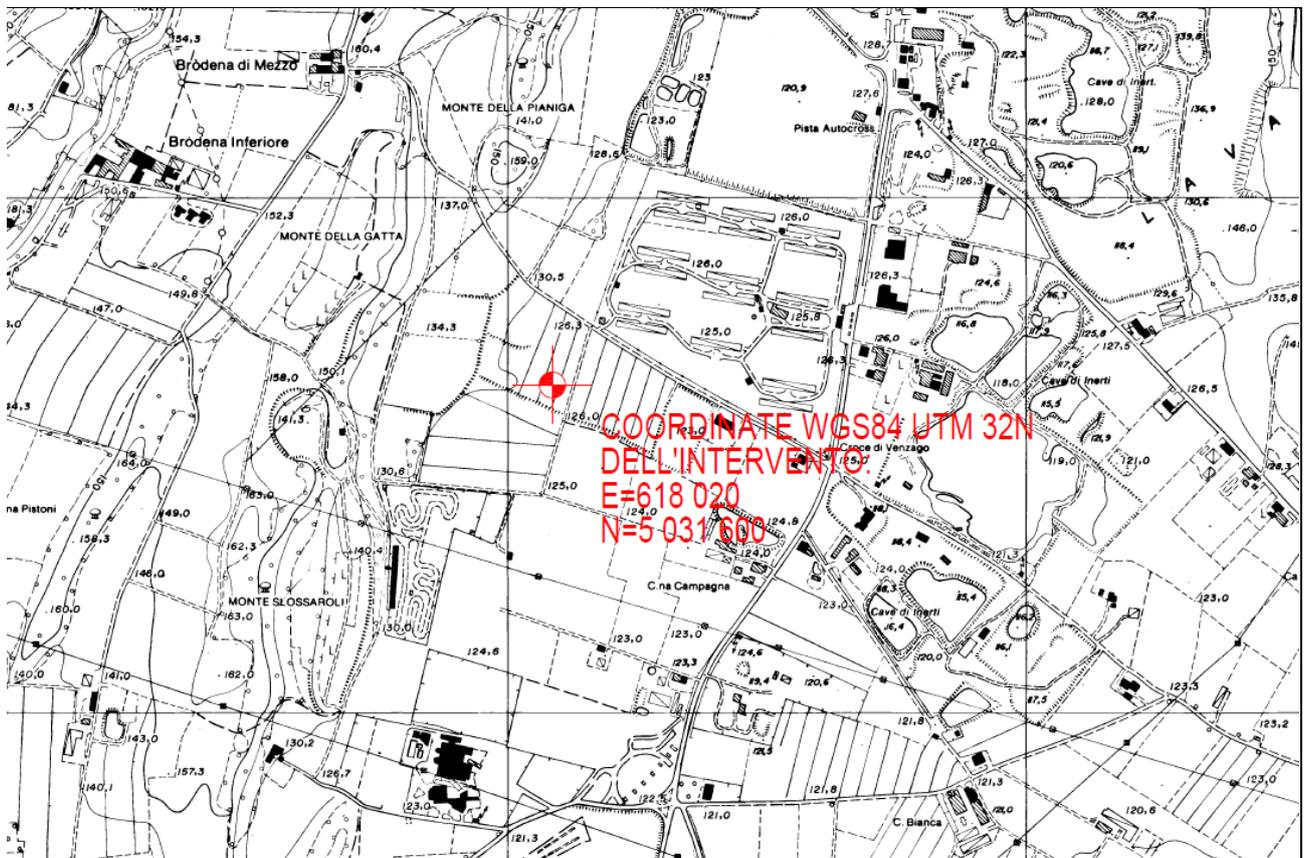
Non è previsto scarico verso il collettore Sud del Centro Commerciale "Il Leone".

Per una compiuta descrizione degli interventi di progetto si rimanda agli elaborati progettuali dello Studio di ARCHITETTURA SIGURTÀ relativi al Progetto "PIANO DI LOTTIZZAZIONE "CAMPAGNOLI" AdT 12 UMI 2 sito in Località Campagnoli redatto dagli Arch. Sara Sigurtà e dal Geom. Matteo Sigurtà, per conto dei Sigg. Lorenzi Antonio e Giovanni S.S., Rambaldini Loretta e SGH SRL.

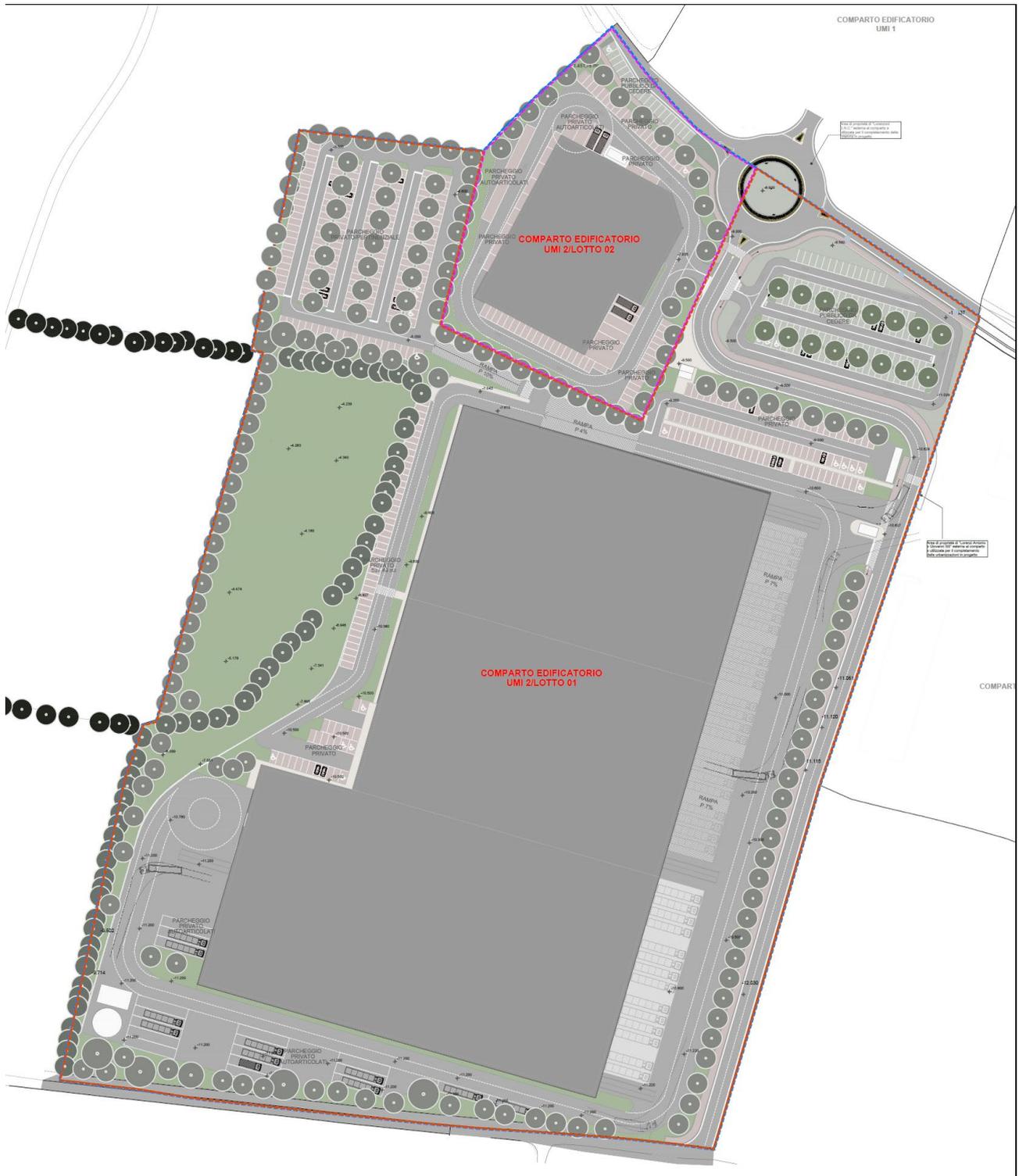




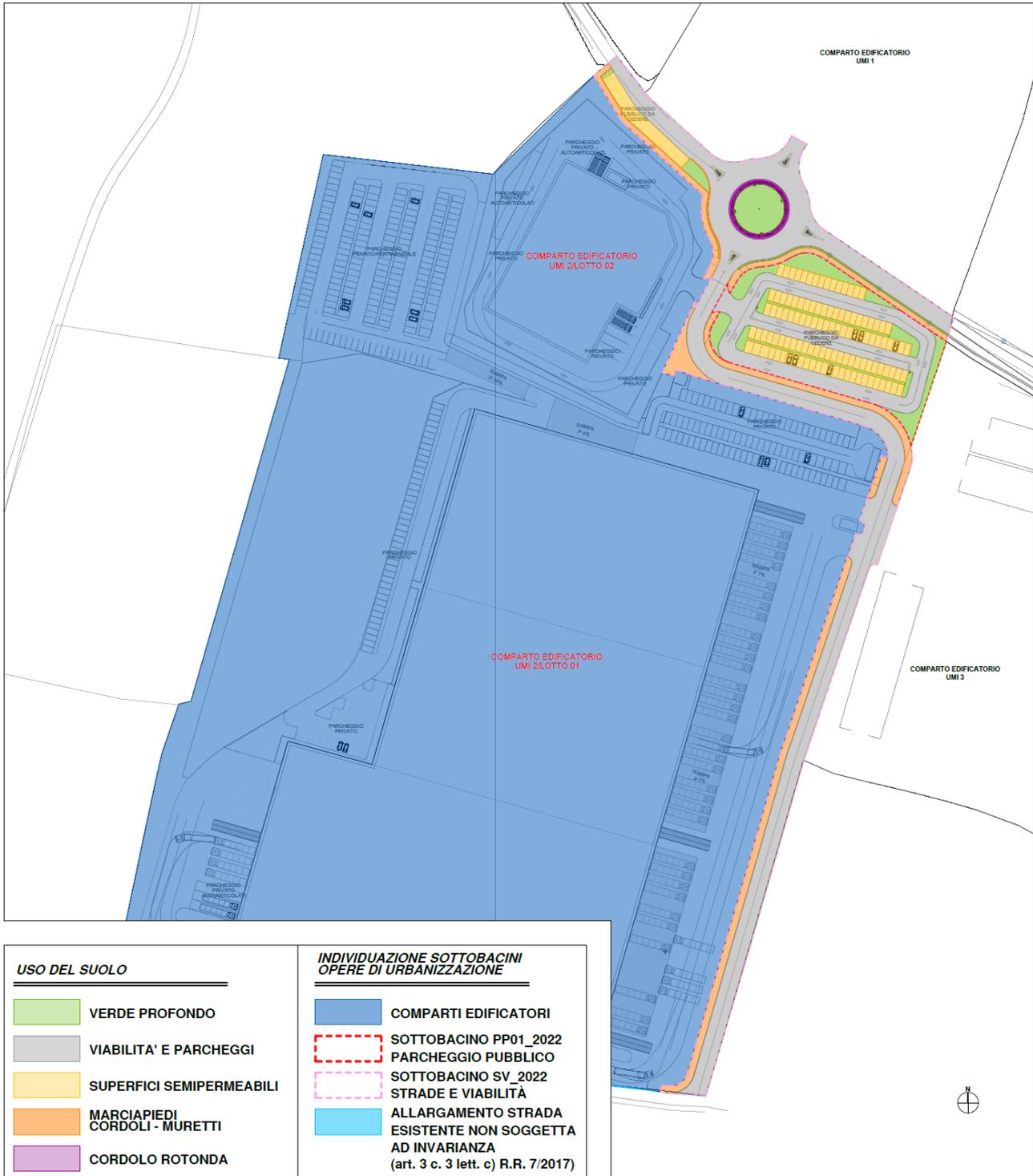
*Estratto Ortofoto- Localizzazione Intervento (Fuori scala)*



*Estratto CTR - Localizzazione Intervento (Fuori scala)*



*Estratto Progetto Studio ARCHITETTURA SIGURTA' "PIANO DI LOTTIZZAZIONE "CAMPAGNOLI"  
AdT 12 UMI 2*



*Estratto Progetto Studio ARCHITETTURA SIGURTÀ ARCHITETTURA SIGURTÀ "PIANO DI LOTTIZZAZIONE  
 "CAMPAGNOLI" AdT 12 UMI 2- Individuazione Uso del Suolo (fuori scala)*

La successiva tabella individua le aree oggetto del presente intervento appartenenti all'Ambito di Trasformazione 12 - UMI 2, che devono essere corredate di opere di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche atte a garantire l'invarianza idraulica dell'intervento, dove previsto dal Regolamento, in quanto la riduzione della permeabilità del suolo va verificata con riferimento alla permeabilità naturale originaria del sito, ovvero alla condizione preesistente all'urbanizzazione, e non alla condizione urbanistica precedente

eventualmente già alterata rispetto alla condizione zero, preesistente all'urbanizzazione.

<b>COMUNE DI LONATO AMBITO DI TRASFORMAZIONE 12 "UMI 2" LOCALITA' CAMPAGNOLI</b>		
<b>SIGG. LORENZI ANTONIO E GIOVANNI S.S., RAMBALDINI LORETTA, SGH SRL VIA MANTOVA - BRODENA FG. 54 MAPP. 22-24p-35-36-37-38-39-40-41-93 -23 OPERE DI URBANIZZAZIONE</b>	Interno comparto	Superficie interessata Intervento [m <sup>2</sup> ]
Verde nord	SI	318.53
Verde aiuola nord	SI	167.38
Verde aiuola sud	SI	140.85
Verde ovest	SI	84.03
Verde est	SI	174.92
Verde rotonda 1	SI	15.08
Verde rotonda 2	SI	231.32
Verde rotonda 3 EXTRA COMPARTO	NO	100.84
Verde aiuole 1	SI	9.56
Verde aiuole 2	SI	67.98
Verde aiuole 3	SI	8.71
Verde aiuole 4	SI	5.32
Verde aiuole 5	SI	65.38
Parcheggio drenante 1	SI	188.29
Parcheggio drenante 2	SI	265.50
Parcheggio drenante 3	SI	312.50
Parcheggio drenante 4	SI	338.16
Parcheggio drenante 5	SI	338.16
Parcheggio drenante via Mantova	SI	272.15
Viabilità - marciapiedi - cordoli e muretti	SI	1801.97
Viabilità via Mantova 1	SI	404.98
Viabilità via Mantova 2 e strada di penetrazione	SI	3614.73
Viabilità via Mantova 3 EXTRA COMPARTO	NO	1059.14
Cordolo rotonda 1	SI	31.45
Cordolo rotonda 2	SI	60.53
Cordolo rotonda 3 EXTRA COMPARTO	NO	57.48
Marciapiedi - cordoli - muretti 1	SI	258.87
Marciapiedi - cordoli - muretti 2	SI	255.47
Marciapiedi - cordoli - muretti 3	SI	161.81
Marciapiedi - cordoli - muretti 4	SI	293.99
Marciapiedi - cordoli - muretti 5	SI	52.56
Marciapiedi - cordoli - muretti 6	SI	714.01
Marciapiedi - cordoli - muretti 7 EXTRA COMPARTO	NO	60.14
<b>Superficie totale interessata dall'intervento</b>		<b>11931.79</b>

*Riepilogo superfici a varia permeabilità sul fg. 54, mappali 22, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93 e 23 -  
 Lonato del Garda - aree interessate dalle Opere di Urbanizzazione di Progetto -*

#### **4 PRESCRIZIONI DEL "REGOLAMENTO PER L'INVARIANZA IDRAULICA" (REGOLAMENTO REGIONALE 23.11.2017 N. 7)**

Il Regolamento Regionale 23.11.2017 n. 7, "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (legge

per il governo del territorio)", unitamente al Regolamento Regionale 19.04.2019 n. 8 di modifica ed integrazione, contengono una serie estremamente ampia e dettagliata di prescrizioni e indicazioni finalizzate alla definizione e al dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica.

Tali principi sono riassunti all'Art. 1 comma 1 del medesimo Regolamento:

- a) invarianza idraulica: principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a), della l.r. 12/2005;
- b) invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera b), della l.r. 12/2005; Tale regolamento Ai sensi della legge 12 del 2005 e s.m.i., Art. 58 bis, sono infatti soggetti al principio di invarianza idraulica ed idrologica, gli interventi edilizi definiti dall'articolo 3, comma 1, lettere d), e) ed f)1, del D.P.R. n. 380/2001 e a tutti gli interventi che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione, secondo quanto specificato nel regolamento regionale di cui al comma 5.

In sintesi il disposto regolamentare sancisce che gli interventi di nuova edificazione (lettere d), e) ed f) del D.P.R. 06.06.2001 n. 380, unitamente agli interventi di nuova pavimentazione di spazi esterni (sup > 150 mq.) agli interventi pertinenziali (vol < 20% ma con sup > 150 mq.), ai parcheggi e aree di sosta (sup > 150 mq.), alle aree verdi sovrapposte a solette, alle infrastrutture stradali e autostradali loro pertinenze e parcheggi (salvo le manutenzioni ordinarie o straordinarie, gli ammodernamenti, i potenziamenti stradali e le piste ciclopedonali), non devono comportare un peggioramento delle condizioni di deflusso preesistenti, intendendo con "preesistente" la condizione antecedente all'intervento edificatorio, ovvero con riferimento al terreno vergine.

Poiché gli interventi previsti dalle **OPERE di URBANIZZAZIONE** a corredo del **Piano di Lottizzazione "Campagnoli" dell' Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2**, ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente la via Mantova - Brodena, catastalmente identificato nel NCT al foglio 54, mappali 22, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93 e 23 proposto dai sigg. Lorenzi Antonio e Giovanni S.S., Rambaldini Loretta e SGH srl rientrano nella fattispecie per le quali il Regolamento n. 7 così come modificato e integrato dal Regolamento Regionale 19.04.2019 n. 8, trova applicazione, all'interno del successivo paragrafo si riassumono le principali prescrizioni ivi contenute, sulla base delle quali si descriverà il dimensionamento svolto.

#### **4.1 DESTINAZIONI AMMESSE PER LE ACQUE METEORICHE E LIMITI QUANTITATIVI**

L'art. 5, il Regolamento Regionale n. 07/2017, indica esplicitamente che il controllo e la gestione delle acque pluviali debba essere effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscano l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso ed in subordine, solo nell'impossibilità di tale gestione, mediante lo scarico controllato in corso d'acqua o in rete fognaria. Il Regolamento definisce inoltre una classificazione delle priorità delle modalità di smaltimento delle acque meteoriche; si privilegia il riuso, in subordine l'infiltrazione e solo come extrema ratio lo scarico in corpo idrico superficiale e, successivamente, a maggior ragione, in fognatura. Nella scelta degli interventi da realizzare per la gestione delle acque pluviali, sono da preferire, laddove possibile, quelli di tipo naturale quali avvallamenti, rimodellazioni morfologiche, depressioni del terreno, trincee drenanti, nonché quelli che consentono un utilizzo multifunzionale dell'opera (art. 5 comma 4 bis).

Ai fini della definizione dei limiti quantitativi allo scarico in corpo idrico o in fognatura e dei volumi di accumulo minimi atti alla garanzia del rispetto di tali limiti, il Regolamento individua una suddivisione del territorio regionale in tre classi, cui corrispondono limiti diversi:

- a) le aree A (ad alta criticità idraulica) comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C al Regolamento, ricadenti, anche parzialmente, nei bacini idrografici elencati nell'allegato B;
- b) le aree B (a media criticità idraulica) comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C al Regolamento, non rientranti nelle aree A e ricadenti, anche parzialmente, all'interno dei comprensori di bonifica e irrigazione;
- c) le aree C (a bassa criticità idraulica) comprendono i territori dei comuni, non rientranti nelle aree A e B. Gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro i seguenti valori massimi ammissibili ( $u_{lim}$ ) (art. 8 comma 1):
- a) per le aree A di cui al comma 3 dell'articolo 7: 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- b) per le aree B di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- c) per le aree C di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Il requisito minimo da soddisfare, previsto dall'art. 12 comma 2, consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione di seguito riportati:

- a) per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il coefficiente  $P'$  (0.8 - 1 a seconda dei comuni), di cui alla tabella riportata nell'Allegato C al R.R. 8/2019;
- b) per le aree B a media criticità idraulica di cui all'articolo 7: 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- c) per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

I valori di portate ammesse allo scarico (art. 8 c.1) e dei minimi volumi di dimensionamento (art. 12 c. 2 sono di seguito riportati.

	<b>Portata massima scaricabile(Art. 8 comma 1 R.R. 7/2017 - R.R. 8/2019)</b> [l/(s*ha)]	<b>Volume di laminazione minimo(Art. 12 comma 2 R.R. 7/2017 - R.R. 8/2019)</b> [m <sup>3</sup> ]
Aree A	10	800 * P (= 800 - 640)
Aree B	20	500
Aree C	20	400
(*) per una serie di Comuni, localizzati per la pressoché totalità in Provincia di Brescia, a tale volume minimo è applicato un coefficiente correttivo pari a 0.8, per cui il volume minimo effettivamente da prevedere è pari a 640 m <sup>3</sup> /ha.		

*Tabella 3.1 Portate ammesse allo scarico e volumi minimi di invaso per lo scarico in c.i.s. o in fognatura secondo R.R. 7/2017 - R.R.8/2019 (art. 12 comma 2)*

Va inoltre segnalato che:

- (art. 11 comma 2 lettera n. 3): il volume di laminazione da adottare per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica è il maggiore tra quello risultante dai calcoli e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2. Qualora si attui il presente regolamento mediante la realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non siano previsti scarichi verso ricettori, il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2, è ridotto del 30 per cento, purché i calcoli di

dimensionamento delle strutture di infiltrazione siano basati su prove di permeabilità, allegata al progetto, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F.

Tale riduzione non si applica nel caso in cui si adotti il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2, senza pertanto applicare la procedura di calcolo delle sole piogge o dettagliata;

- (art. 11 comma 2 lettera n. 4bis): il volume dei vuoti di un sistema di infiltrazione, opportunamente ridotto al fine di tenere conto della progressiva tendenza all'intasamento, come indicato alla lettera c), numero 4, è computabile come parte del volume da realizzare ai sensi del presente regolamento; non è considerabile, a tali fini, il volume infiltrato.

Il Regolamento inoltre precisa che:

- è facoltà dell'Ente Gestore del corso d'acqua (Regione, Comune, Consorzio di Bonifica o privato, Ente Gestore della rete fognaria) imporre limiti più restrittivi allo scarico di quelli sopra indicati (art. 8 comma 2).
- indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti e alle procedure indicati nel presente regolamento per le aree A di cui al comma 3, anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole (l'art. 7 comma 5).

Con riferimento al Comune di "**Lonato del Garda**", esso è classificato, in allegato C al R.R. 7/2017 - R.R.8/2019 come Area "**B**".

Nel caso specifico, come rilevato negli elaborati dello Studio di Architettura Sigurtà ed indicato nel vigente P.G.T. alla tav. U 660\_T01c-2015 - Previsioni di Piano del vigente strumento urbanistico, l'area d'interesse individuata dai mappali 22, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93 e 23 del Fg. 54, risulta classificata "Ambito di Trasformazione 12 - UMI 2" la cui trasformazione richiede la sottoscrizione di apposita Convenzione Urbanistica.

Pertanto, in osservanza dell'art. 7 comma 5 del Regolamento, si provvederà, per la progettazione e verifica delle opere d'invarianza idraulica, all'applicazione dei parametri previsti per l'ambito territoriale "A", più restrittivi:

- come indicati dall'art. 12 comma 2 lettera a, circa il **Volume minimo** di laminazione di **800 m<sup>3</sup>** per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento,
- come indicati dall'art. 8 comma 1 lettera a, circa il valore massimo ammissibile della portata meteorica scaricabile nei ricettori, pari a **u<sub>lim</sub>** pari a **10 l/s** per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento. Si intende con ricettore il corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche (qualora si intenda attivare uno scarico in pubblica fognatura o in CIS).

#### **4.2 DEFINIZIONE DELLE AREE IMPERMEABILI**

Il Regolamento come si è detto pone una serie di vincoli espliciti alle modalità da seguire per il calcolo delle opere per la garanzia dell'invarianza idraulica ed idrologica, uno di questi vincoli concerne la quantificazione degli apporti al deflusso superficiale in funzione del grado di impermeabilizzazione delle aree; ai fini della determinazione delle aree impermeabili alle aree lorde dell'insediamento sono applicati coefficienti riduttivi (rappresentanti in sostanza la percentuale di area impermeabilizzata) funzione della tipologia degli usi dei suoli presenti, riportati all'interno dell'art. 11 lettera d) del R.R. 7/2017 come modificato dal R.R. 8/2019 e sono:

- pari a  $\phi=1.0$  per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;

- pari a  $\phi=0.7$  i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e per le pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili, di strade, vialetti, parcheggi;
- pari a  $\phi=0.3$  per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

Tali parametri saranno utilizzati nel calcolo di dimensionamento riportato nel seguito.

COMUNE DI LONATO A MBITO DI TRASFORMAZIONE 12 "UMI 2" LOCALITA' CAMPAGNOLI					
SIGG. LORENZI ANTONIO E GIOVANNI S.S., RAMBALDINI LORETTA, SGH SRL VIA MANTOVA - BRODNA FG. 54 MAPP. 22-24p-35-36-37-38-39-40-41-93 -23 OPERE DI URBANIZZAZIONE	Sottobacino	Interno comparto	$\psi$ [-]	Superficie interessata Intervento [m <sup>2</sup> ]	Scolante Impermeabile (ridotta) [m <sup>2</sup> ]
Verde nord	PP01	SI	0.00	318.53	0.00
Verde aiuola nord	PP01	SI	0.00	167.38	0.00
Verde aiuola sud	PP01	SI	0.00	140.85	0.00
Verde ovest	PP01	SI	0.00	84.03	0.00
Verde est	PP01	SI	0.00	174.92	0.00
Verde rotonda 1	SV	SI	0.00	15.08	0.00
Verde rotonda 2	SV	SI	0.00	231.32	0.00
Verde rotonda 3 EXTRA COMPARTO	SV	NO	0.00	100.84	0.00
Verde aiuole 1	SV	SI	0.00	9.56	0.00
Verde aiuole 2	SV	SI	0.00	67.98	0.00
Verde aiuole 3	SV	SI	0.00	8.71	0.00
Verde aiuole 4	SV	SI	0.00	5.32	0.00
Verde aiuole 5	SV	SI	0.00	65.38	0.00
Parcheggio drenante 1	PP01	SI	0.70	188.29	131.80
Parcheggio drenante 2	PP01	SI	0.70	265.50	185.85
Parcheggio drenante 3	PP01	SI	0.70	312.50	218.75
Parcheggio drenante 4	PP01	SI	0.70	338.16	236.71
Parcheggio drenante 5	PP01	SI	0.70	338.16	236.71
Parcheggio drenante via Mantova	SV	SI	0.70	272.15	190.51
Viabilità - marciapiedi - cordoli e muretti	PP01	SI	1.00	1801.97	1801.97
Viabilità via Mantova 1	SV	SI	1.00	404.98	404.98
Viabilità via Mantova 2 e strada di penetrazione	SV	SI	1.00	3614.73	3614.73
Viabilità via Mantova 3 EXTRA COMPARTO	SV	NO	1.00	1059.14	1059.14
Cordolo rotonda 1	SV	SI	1.00	31.45	31.45
Cordolo rotonda 2	SV	SI	1.00	60.53	60.53
Cordolo rotonda 3 EXTRA COMPARTO	SV	NO	1.00	57.48	57.48
Marciapiedi - cordoli - muretti 1	SV	SI	1.00	258.87	258.87
Marciapiedi - cordoli - muretti 2	SV	SI	1.00	255.47	255.47
Marciapiedi - cordoli - muretti 3	SV	SI	1.00	161.81	161.81
Marciapiedi - cordoli - muretti 4	SV	SI	1.00	293.99	293.99
Marciapiedi - cordoli - muretti 5	SV	SI	1.00	52.56	52.56
Marciapiedi - cordoli - muretti 6	SV	SI	1.00	714.01	714.01
Marciapiedi - cordoli - muretti 7 EXTRA COMPARTO	SV	NO	1.00	60.14	60.14
<b>Superficie totale interessata dall'intervento</b>				<b>11931.79</b>	
<b>Caratteristiche bacino drenato</b>					
Superficie Territoriale PL					
Superficie Territoriale extra PL					
$\psi$ medio				<b>0.8404</b>	
Superficie Scolante Impermeabile (ridotta)				<b>10027.46</b>	

### 4.3 DEFINIZIONE DEI SOTTOBACINI DI INTERVENTO

Trattandosi di un comparto particolarmente vasto ed altimetricamente complesso, anche per quanto riguarda le sole **Opere di Urbanizzazione**, si è reso necessario procedere alla suddivisione in sottobacini, con l'obiettivo di ottimizzare le soluzioni progettuali per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche.

Tale suddivisione è funzionale alla specifica morfologia dei luoghi, in quanto sono presenti importanti dislivelli,

realizzazione di nuovi piazzali ed aree di manovre a quote differenti, destinazione finale in cessione.  
Data l'estensione del comparto, per ciascun sottobacino individuato verrà svolto il dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque bianche in modo autonomo ed indipendente.

#### SOTTOBACINO PP01\_2022 - PARCHEGGIO PUBBLICO

Il Sottobacino comprende l'intera area destinata a parcheggio pubblico posta a sud della via Mantova - Brodena, immediatamente a Ovest della nuova rotatoria di accesso al "Nuovo Insediamento Produttivo" sito in Località Campagnoli, rientrante nell'Ambito di Trasformazione AdT 12 - UMI 2. L'area d'interesse è contraddistinta dall'intero lato nord posto in fregio alla via Mantova; al parcheggio si accede dal carraio posto sul lato destro della strada di penetrazione dell'Ambito dopo aver disimpegnato la rotatoria alla seconda uscita dalla Provinciale Desenzano Castiglione.

Sul fronte nord del nuovo parcheggio, il tratto di viabilità esistente che ad oggi collega la località Brodena con la via Mantova e perimetra sul lato Nord dell'Ambito AdT 12 - UMI 2, oggetto di trasformazione, la viabilità risulterà modificata in quanto nell'ambito dell'intervento complessivo è prevista la realizzazione di rettifica stradale e formazione di nuova rotatoria.

Trattasi dell'area interessata dal Parcheggio pubblico P1 e viabilità - aree di manovra, verde profondo e parcheggi drenati posti a Nord del fabbricato di progetto, le aree del nuovo parcheggio sono poste alla quota di circa - 9.50 e degradanti fino a raggiungere la quota maggiormente ribassata di - 11.03 in angolo Sud - Est. Ai sensi dell'articolo 3 comma 2 lettere b) e d), l'area inclusa nel presente sottobacino è soggetta ai disposti del Regolamento Regionale 7/2017.

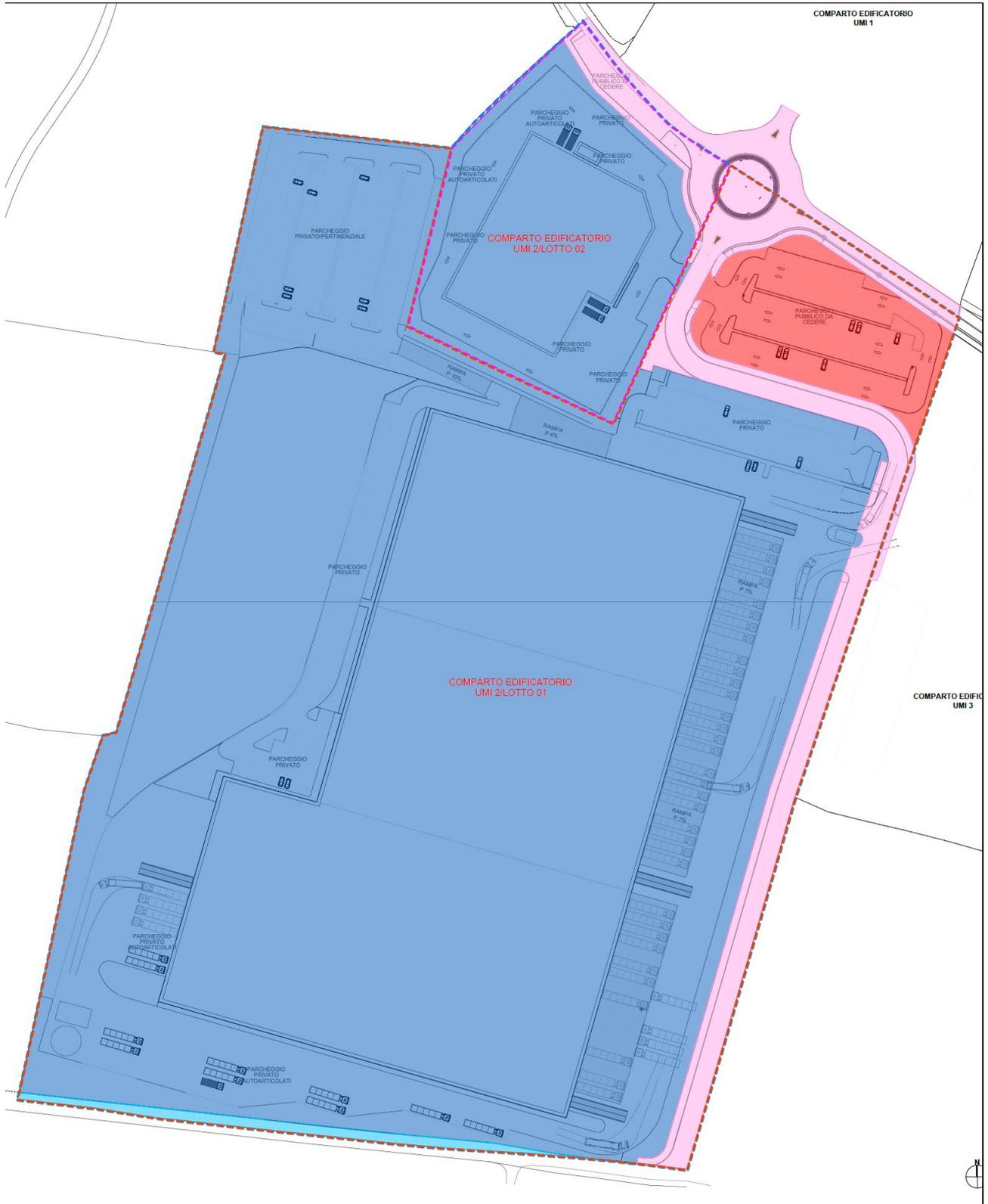
Per il Sottobacino in oggetto, della superficie complessiva di circa 4130 m<sup>2</sup>, si è quindi provveduto alla progettazione del sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche secondo le modalità indicate dal Regolamento stesso.

#### SOTTOBACINO SV\_2022 - STRADE E VIABILITA'

Il Sottobacino comprende:

- l'area interessata dall'ammodernamento della viabilità della via Mantova - Brodena esistente con il potenziamento di un primo tratto dell'esistente sede viaria e la realizzazione di una nuova Rotonda per l'immissione nella nuova viabilità in progetto, per l'accesso al fabbricato e per il collegamento con la via Mantova stessa,
- l'area interessata dalla realizzazione della nuova viabilità di penetrazione ed accesso sul lato Est del fabbricato di progetto e di collegamento dell'Ambito di Trasformazione AdT 12 - UM 2 - "Nuovo Insediamento Produttivo" sito in Località Campagnoli e la via Mantova.

<b>INDIVIDUAZIONE SOTTOBACINI OPERE DI URBANIZZAZIONE</b>	
	COMPARTI EDIFICATORI
	SOTTOBACINO PP01_2022 PARCHEGGIO PUBBLICO m <sup>2</sup> 4.130,29
	SOTTOBACINO SV_2022 STRADE E VIABILITÀ m <sup>2</sup> 7.801,50
	ALLARGAMENTO STRADA ESISTENTE NON SOGGETTA AD INVARIANZA (art. 3 comma 3 lettera c) R.R. 7/2017)



*Suddivisione in sottobacini dell'area interessate dalla realizzazione delle opere di urbanizzazione*

Come già precedentemente accennato per quanto riguarda l'ammodernamento della viabilità della via Mantova - Brodena esistente con realizzazione di una nuova Rotonda per l'immissione nella nuova viabilità in progetto per l'accesso al fabbricato, ai sensi del R.R. 7/2017 art. 3 comma 3 lettera b) risulta esclusa dall'applicazione

del Regolamento in quanto:

*"Nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, assoggettati ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, sono esclusi dall'applicazione del presente regolamento:*

*(...)*

*b) gli interventi di ammodernamento, definito ai sensi dell'articolo 2 del regolamento regionale 24 aprile 2006, n. 7 (Norme tecniche per la costruzione delle strade), ad eccezione della realizzazione di nuove rotatorie di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo "E – strada urbana di quartiere", "F – strada locale" e "F-bis – itinerario ciclopedonale", così classificate ai sensi dell'articolo 2 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada).*

Per quanto riguarda invece le aree interessate dalla realizzazione della nuova viabilità di penetrazione all'Ambito di Trasformazione AdT 12 - UM 2 - "Nuovo Insediamento Produttivo", trattandosi di nuova strada ai sensi dell'articolo 3 comma 3 è soggetta ai disposti del Regolamento Regionale 7/2017.

Ciò premesso, per semplicità di trattazione, poiché si rende comunque necessario prevedere un efficiente sistema di drenaggio della nuova rotatoria e del tratto della via Mantova - Brodena oggetto di riqualificazione e potenziamento, si è provveduto alla progettazione e verifica del sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche secondo le modalità indicate dal Regolamento Regionale 7/2017.

Infine per quanto riguarda la porzione di area posta sul lato Sud del comparto, individuata come "Allargamento strada esistente", si precisa che tali aree risultano escluse dal progetto d'invarianza ai sensi del R.R. 7/2017 art. 3 comma 3 lettera c):

*"c) gli interventi di potenziamento stradale, così come definito ai sensi dell'articolo 2 del r.r. 7/2006, per strade di tipo "E – strada urbana di quartiere", "F – strada locale" e "F-bis – itinerario ciclopedonale", così classificate ai sensi dell'articolo 2 del d.lgs. 285/1992."*

#### RIEPILOGO SOTTOBACINI OPERE DI URBANIZZAZIONE

<b>COMUNE DI LONATO AMBITO DI TRASFORMAZIONE 12 "UMI 2" LOCALITA' CAMPAGNOLI</b>	
<b>SIGG. LORENZI ANTONIO E GIOVANNI S.S. - RAMBALDINI LORETTA - SGH SRL VIA MANTOVA - BRODENA FG. 54 MAPP. 22-24p-35-36-37-38-39-40-41-93-23</b>	Superficie interessata Intervento
	[m <sup>2</sup> ]
<b>SOTTOBACINO PP01_2022 - Parcheggio Pubblico</b>	<b>4130.29</b>
<b>SOTTOBACINO SV_2022 - Strade e Viabilità</b>	<b>7801.50</b>
<b>Superficie complessiva area di intervento</b>	<b>11931.79</b>

#### **4.4 DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO**

La definizione delle piogge di progetto da assumere all'interno del progetto delle opere di invarianza idraulica a corredo delle Opere di Urbanizzazione del Piano di Lottizzazione "Campagnoli" del "Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2", è contenuto all'interno dell'art. 11 comma 2 lettera b) del Regolamento, ove si prescrive di fare riferimento ai dati regionalizzati delle curve di possibilità pluviometrica prodotti da ARPA Lombardia e reperibili on-line.

I parametri delle curve definite dall'ARPA fanno riferimento ad una espressione monomia della curva di

possibilità pluviometrica (CPC), matematicamente rappresentata mediante una funzione esponenziale che assume l'espressione:  $h = a \cdot t^n$

dove h [mm] è l'altezza d'acqua corrispondente all'evento di durata t [ore], a [mm·h-n] ed n [-] sono due parametri dipendenti dalle caratteristiche meteoriche della zona e dal valore del tempo di ritorno T, che rappresenta il numero di anni in cui mediamente l'altezza h viene eguagliata o superata una sola volta.

**"NUOVO INSEDIAMENTO PRODUTTIVO – LOC. CAMPAGNOLI . MAPPALI 22, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93 E 23 del Foglio 54 in Lonato del Garda"**

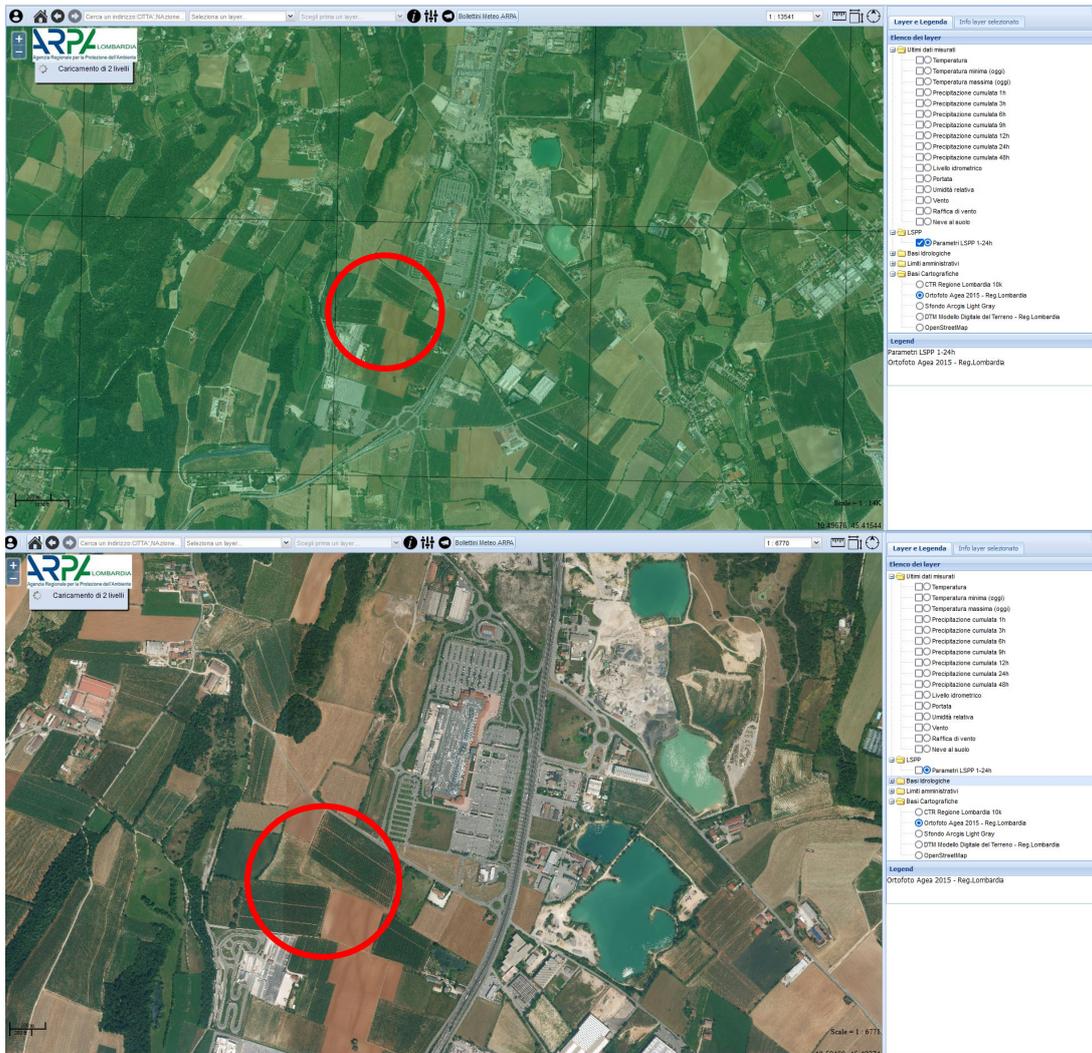
**COORDINATE**

**UTM ZONA 32**

**X= 618020**

**y= 5031600**

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	27,12
N - Coefficiente di scala	0,2641
GEV - parametro alpha	0,2719
GEV - parametro kappa	-0,0435
GEV - parametro epsilon	0,8306



*Immagini estratte dal Portale ARPA*

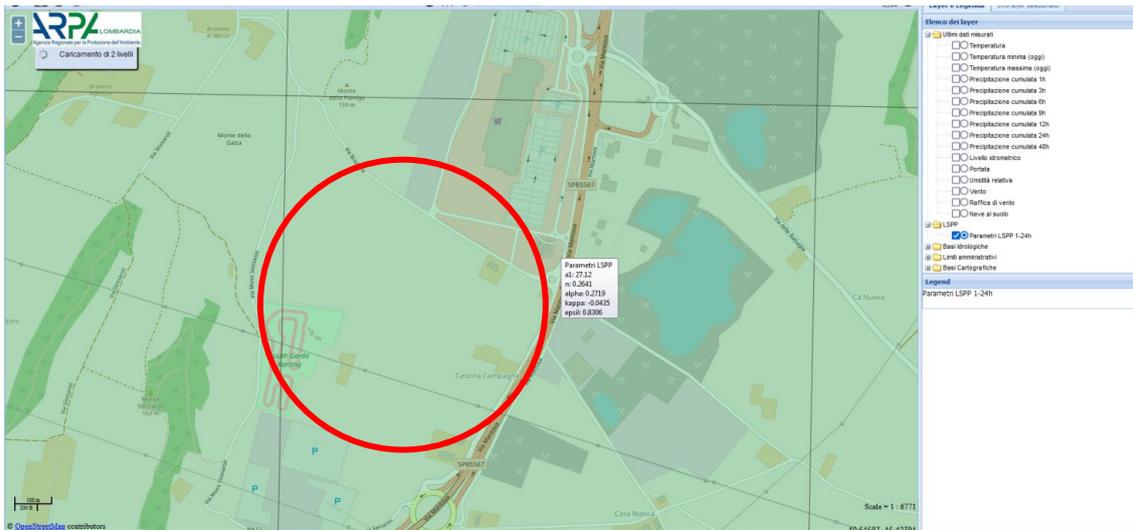


Immagine Portale ARPA \_ Linee segnalatrici 1 - 24 ore Parametri

#### 4.4.1 Parametri della curva segnalatrice per eventi di durata tra 1 – 24 ore

Con riferimento all'area in Lonato del Garda, in via Mantova - Brodena, interessata dalle **Opere di Urbanizzazione a corredo del Piano di Lottizzazione "Campagnoli" dell' Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2**, ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente la via Mantova - Brodena, catastalmente identificato nel NCT al foglio 54, mappali 22, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93 e 23, parametri della C.P.C. per eventi della durata compresa tra 1 e 24 ore, unitamente alle modalità di calcolo, sono di seguito riportati.



Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

### Calcolo della linea segnalatrice 1-24 ore

Località: *Lonato d/G - Nuovo Edificio Commerciale – via Mantova n. 38*  
 Coordinate : *UTM32 X=618364,56 Y =5031734,44* **Linea segnalatrice**

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario **27,12**  
 N - Coefficiente di scala **0,2641**  
 GEV - parametro alpha **0,2719**  
 GEV - parametro kappa **-0,0435**  
 GEV - parametro epsilon **0,8306**

Tempo di ritorno (anni)

**Evento pluviometrico**

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

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

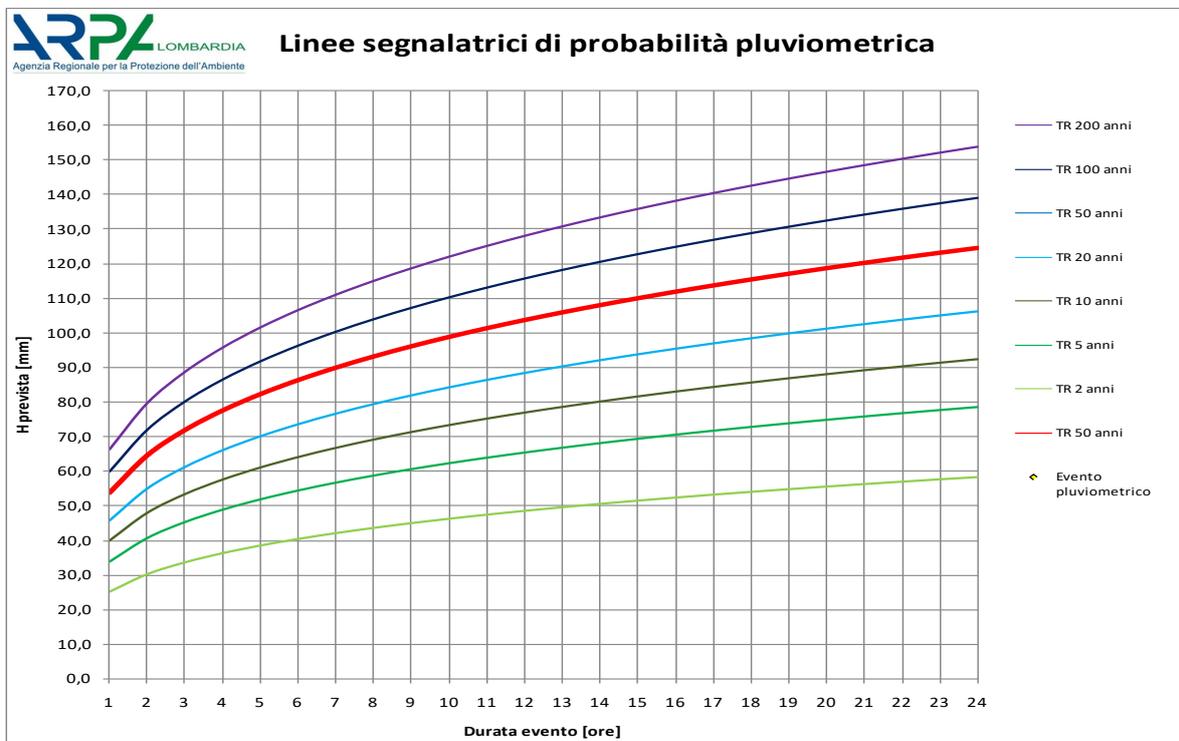
$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Tr	2	5	10	20	50	100	200
a	25,250	33,955	39,959	45,906	53,885	60,079	66,441
n	0,2641	0,2641	0,2641	0,2641	0,2641	0,2641	0,2641

*Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per Lonato del Garda - Piano di Lottizzazione "Campagnoli" dell' Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2– 24 ore (Dati ARPA Lombardia)*

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,93105	1,25203	1,47343	1,69269	1,98689	2,21531	2,44989	<b>1,98689379</b>
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	25,3	34,0	40,0	45,9	53,9	60,1	66,4	<b>53,8845595</b>
2	30,3	40,8	48,0	55,1	64,7	72,1	79,8	<b>64,7092488</b>
3	33,7	45,4	53,4	61,4	72,0	80,3	88,8	<b>72,0231414</b>
4	36,4	49,0	57,6	66,2	77,7	86,6	95,8	<b>77,708474</b>
5	38,6	51,9	61,1	70,2	82,4	91,9	101,6	<b>82,4256375</b>
6	40,5	54,5	64,1	73,7	86,5	96,4	106,6	<b>86,49163</b>
7	42,2	56,8	66,8	76,7	90,1	100,4	111,1	<b>90,0854659</b>
8	43,7	58,8	69,2	79,5	93,3	104,0	115,1	<b>93,31907</b>
9	45,1	60,7	71,4	82,0	96,3	107,3	118,7	<b>96,2675199</b>
10	46,4	62,4	73,4	84,3	99,0	110,4	122,0	<b>98,9838488</b>
11	47,6	64,0	75,3	86,5	101,5	113,2	125,2	<b>101,507036</b>
12	48,7	65,5	77,0	88,5	103,9	115,8	128,1	<b>103,866645</b>
13	49,7	66,8	78,7	90,4	106,1	118,3	130,8	<b>106,085683</b>
14	50,7	68,2	80,2	92,2	108,2	120,6	133,4	<b>108,182435</b>
15	51,6	69,4	81,7	93,9	110,2	122,8	135,8	<b>110,171697</b>
16	52,5	70,6	83,1	95,5	112,1	124,9	138,2	<b>112,065627</b>
17	53,4	71,8	84,4	97,0	113,9	127,0	140,4	<b>113,874346</b>
18	54,2	72,8	85,7	98,5	115,6	128,9	142,5	<b>115,606381</b>
19	55,0	73,9	87,0	99,9	117,3	130,8	144,6	<b>117,268984</b>
20	55,7	74,9	88,1	101,3	118,9	132,5	146,6	<b>118,868384</b>
21	56,4	75,9	89,3	102,6	120,4	134,3	148,5	<b>120,409971</b>
22	57,1	76,8	90,4	103,8	121,9	135,9	150,3	<b>121,898445</b>
23	57,8	77,7	91,5	105,1	123,3	137,5	152,1	<b>123,337931</b>
24	58,4	78,6	92,5	106,3	124,7	139,1	153,8	<b>124,732069</b>



Poiché gli eventi che comportano i maggiori picchi di portata negli apporti al sistema di drenaggio urbano sono quelli con intensità maggiore, che nei territori di specifico interesse pedecollinari – di pianura sono quelli di breve durata, essendo l'intensità di norma decrescente con la durata stessa, verrà assunta la curva di possibilità pluviometrica determinata per eventi con durata compresa tra 1 e 24 ore e  $Tr = 50$  anni

Ai fini del dimensionamento delle opere di invarianza idraulica l'art. 11 comma 2 lettera a) del Regolamento prescrive di fare riferimento all'evento cinquantennale ( $tr = 50$  anni), ovvero:

$$a = 53.885$$

$$n = 0.2641$$

mentre la verifica dovrà essere effettuata per l'evento centennale ( $tr = 100$  anni), ovvero:

$$a = 60.079$$

$$n = 0.2641$$

#### 4.5 METODO DI CALCOLO

Per quanto riguarda il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica, l'art 9 del R.R. n. 7/2017, come modificato ed integrato dal R.R. n. 8/2019, formula prescrizioni esplicite anche sul metodo di calcolo da utilizzare in funzione dell'estensione dell'intervento, del grado di impermeabilizzazione imposto dallo stesso e delle aree ove si colloca l'insediamento, secondo lo schema riportato in tabella desunta dall'art. 9 del Regolamento aggiornata in relazione alle recenti disposizioni del R.R. 8/2019.

Classe di intervento		Superficie interessata dall'intervento	Coefficiente di deflusso medio ponderale	Modalità di calcolo	
				Aree A, B	Area C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0.03$ ha	Qualsiasi	Requisiti minimi art. 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	Da $> 0.03$ a $\leq 0.1$ ha	$\leq 0.4$	Requisiti minimi art. 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	Da $> 0.01$ a $\leq 0.1$ ha	$> 0.4$	Metodo di sole piogge (Vedi art. 11 e allegato G)	Requisiti minimi art. 12 comma 2
		Da $> 0.1$ a $\leq 1$ ha	qualsiasi		
		Da $> 1$ a $\leq 10$ ha	$\leq 0.4$		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	Da $> 1$ a $\leq 10$ ha	$> 0.4$	Procedura dettagliata (Vedi art. 11 e allegato G)	Requisiti minimi art. 12 comma 2
		$> 10$ ha	qualsiasi		

*Modalità di calcolo da applicare per le opere di invarianza idrologica ed idraulica.*

Ne consegue che il dimensionamento delle opere atte a garantire il rispetto dei principi di invarianza idrologica ed idraulica dovrà essere oggetto di uno specifico *progetto di invarianza idraulica e idrologica*, redatto da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici conformemente alle disposizioni del regolamento e secondo i contenuti di cui all'articolo 10 del R.R. 7/2017 del medesimo, come modificato ed integrato dal R.R. 8/2019.

Sulla scorta della superficie interessata dall'intervento e dei coefficienti di deflusso di riferimento è possibile arrivare alla definizione della classe di intervento ex Art. 9 sulla base della tabella sopra riportata.

Con riferimento ai dati dimensionali complessivi dell'insediamento e alla permeabilità imposta dal Regolamento si ricavano i seguenti parametri dimensionali:

Superfici drenanti	$\psi$ [-]	Superficie interessata dall'intervento [m <sup>2</sup> ]	Superficie Scolante impermeabile [m <sup>2</sup> ]
Aree a verde profondo	0	1389.9	0
Aree a verde drenato	0.3	0	0
Aree semipermeabili	0.7	1714.76	1200.332
Aree impermeabili	1	8827.13	8827.13
<b>Sup. Complessiva</b>		<b>11931.79</b>	<b>10027.46</b>
<b>Coeff. Def. med. Pond.</b>	<b>0.8404</b>		

*Tabella di Calcolo dell'impermeabilizzazione potenziale dell'intervento - Opere di Urbanizzazione*

In base a quanto riportato, essendo il territorio del comune di Lonato del Garda incluso nelle le aree B (a media criticità idraulica), l'intervento di specifico interesse si colloca in **Classe 3 - Impermeabilizzazione potenziale alta** (il lotto d'intervento ha estensione compresa tra 1 e 10 ha, con grado di impermeabilizzazione  $\psi > 0.4$  (comunque pari a 0.8033); conseguentemente il dimensionamento delle opere di invarianza deve essere svolto con la **"Procedura dettagliata (art. 11 e allegato G)"**.

#### 4.6 DEFINIZIONE DEI DATI DI PROGETTO INDIVIDUAZIONE SISTEMA DI SMALTIMENTO

Il Regolamento n. 7/2017, come modificato ed integrato dal R.R. n. 8/2019, relativamente alle modalità di controllo e gestione delle acque pluviali, individua come destinazione privilegiata per gli apporti meteorici l'infiltrazione (fatto salvo il riutilizzo che, per una questione di volumi e disponibilità degli accumuli nella maggior parte dei casi non può essere considerato come la destinazione di tutti gli apporti meteorici).

Al fine di valutare la effettiva possibilità di garantire un'efficiente dispersione nel suolo o nel sottosuolo il Regolamento prescrive esplicitamente la necessità di analisi conoscitive delle caratteristiche di infiltrabilità dei suoli; con riferimento alla Relazione Idrogeologica "Studio di permeabilità dei terreni per il predimensionamento del sistema di smaltimento delle acque piovane lungo l'asse viario di via Croce di Venzago (via Mantova) nell'ambito dell'AdT 12" riguardante il sito d'interesse, redatta in data 22/06/2013 a firma del Dott. Geol. Damiano Scalvini, n. 1168 Ordine dei Geologi della Lombardia, si individuano valori di permeabilità medi con buone capacità di drenaggio tali da consentire, in questa fase preliminare, la possibilità di smaltimento delle acque meteoriche per infiltrazione nel sottosuolo.

**Ne consegue che il progetto della rete di smaltimento delle acque meteoriche e delle opere di invarianza idraulica e idrologica verrà sviluppato prevedendo lo smaltimento degli afflussi meteorici:**

– **nel sottosuolo attraverso la metodologia a "Pozzo perdente".**

Nella presente progettazione non sarà pertanto prevista l'attivazione di alcun scarico verso la pubblica fognatura o verso corpi idrici superficiali, sia per l'esiguità della portata massima ammissibile allo scarico nel collettore defluente dalla Vasca Sud di laminazione del "Il Leone" determinata in precedenza in complessivi 6.11 l/s, che per consentire l'applicazione dei disposti dell'art. 11 comma 2) lettera e) n. 3) del R.R. 7/2017, così come modificato dal R.R. 8 del 17.04.2019 che prevede che nel caso della realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non siano previsti scarichi verso ricettori e i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione siano basati su prove di permeabilità, allegato allo studio, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F, il requisito minimo previsto dall'articolo 12, comma 2, possa essere ridotto del 30 per cento.

Nonostante il Comune di Lonato del Garda risulti tra quelli del territorio Lombardo classificati in zona "B", il disposto dell'art. 7 comma 5 impone che, indipendentemente dalla ubicazione territoriale sono assoggettati ai limiti indicati per le aree "A", ovvero ad alta criticità idraulica, anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche piani attuativi previsti nel piano delle regole.

Il Requisito minimo previsto delle misure d'invarianza idraulica e idrologica dall' art. 12 comma 3 del R.R.

7/2017 e dal R.R. 8/2019 indicato in 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, ridotto del 30% per le aree oggetto di smaltimento per sola infiltrazione e determinato per le porzioni che rientrano nella disciplina del Regolamento risulta pari a  $V_{min} = 561,54 \text{ m}^3$  come illustrato nella seguente tabella attesa la suddivisione dell'intero comparto in sottobacini con modalità di smaltimento differenziate.

COMUNE DI LONATO PIANO DI LOTTIZZAZIONE "TIRA COLLO TRE UMI 1" - VERIFICA VOLUME MINIMO ART. 12 C.2							
SIGG. LORENZI ANTONIO E GIOVANNI S.S. - RAMBALDINI LORETTA - SGH SRL VIA MANTOVA - BRODENA FG. 54 MAPP. 22-24p-35-36-37-38-39-40-41-93-23	Modalità di smaltimento	Superficie interessata Intervento	$\psi$ medio	REQUISITO MINIMO (Vol. min. R.R. 7 - R.R. 8 Art. 7)	Volume minimo per ettaro Art. 12 c. 2)	Riduzione Art. 11 c.2 lett. e) pto 3	Volume minimo Art. 12 c. 2) di verifica
SOTTOBACINO PP01_2022 - Parcheggio Pubblico	INFILTRAZIONE	4130.29	0.6808	SI	800	SI	157.46
SOTTOBACINO SV_2022 - Strade e Viabilità	INFILTRAZIONE	7801.50	0.9249	SI	800	SI	404.08
<b>Totale complessivo Volume Minimo Art. 12 c. 2</b>							<b>561.54</b>

#### 4.7 ANALISI DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA DI INTERESSE

Avendo previsto lo smaltimento per infiltrazione delle acque meteoriche provenienti dal nuovo comparto, pare opportuno richiamare quanto segue.

Per quanto riguarda la possibilità effettiva di garantire un'efficiente possibilità di dispersione nel suolo o nel sottosuolo il Regolamento prescrive esplicitamente la necessità di analisi conoscitive delle caratteristiche idrogeologiche del suolo e sottosuolo (infiltrabilità dei suoli).

Il comma 2 lettera c dell'art. 11) prevede espressamente che nel calcolo del processo d'infiltrazione:

1. è necessario analizzare i processi di interscambio che intervengono durante i fenomeni piovosi intensi tra la superficie del suolo e il sistema idrico sotterraneo per valutare la soggiacenza della superficie piezometrica rispetto al piano campagna. Se la falda più superficiale è a quota sufficientemente inferiore al piano campagna è possibile infiltrare una parte dell'afflusso meteorico, in funzione della capacità di infiltrazione del suolo. Se la falda più superficiale è prossima o coincidente con il piano campagna, non è ammissibile l'infiltrazione dell'afflusso meteorico. In ogni caso il progetto di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 10 deve valutare ogni possibilità di incentivare l'infiltrazione delle acque meteoriche afferenti da superfici non suscettibili di inquinamento allo scopo di tendere alla restituzione delle stesse ai naturali processi di infiltrazione preesistenti all'intervento. Il progetto deve conseguentemente valutare la realizzazione di strutture di infiltrazione quali aree verdi di infiltrazione, trincee drenanti, pozzi drenanti, cunette verdi, pavimentazioni permeabili, adeguate a tale obiettivo;
2. il progetto di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 10 deve valutare anche se l'infiltrazione di una parte dell'afflusso meteorico è possibile o invece è da escludere in funzione:
  - 2.1. della qualità delle acque meteoriche di cui si prevede l'infiltrazione in relazione alla loro compatibilità con la tutela qualitativa delle falde;
  - 2.2. della stabilità dei versanti o del sottosuolo. Il progetto deve accertare che le infiltrazioni non contribuiscano all'instabilità di versanti franosi o alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini;
  - 2.3. della possibile interferenza con le fondazioni o anche i piani interrati degli edifici esistenti;
  - 2.3.bis. della presenza di aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree caratterizzate da falda subaffiorante, aree con terreni a bassa permeabilità;
3. l'analisi dell'infiltrabilità dei deflussi superficiali deve basarsi sulle conoscenze e su quanto previsto dagli

strumenti di pianificazione regionali e provinciali di settore, nonché nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del comune;

4. nel calcolo del processo di infiltrazione devono essere adottati valori cautelativi dei coefficienti di permeabilità che tengano conto della progressiva tendenza all'intasamento dei materassi permeabili e conseguente riduzione dei coefficienti di permeabilità. Per tale coefficiente devono conseguentemente assumersi nel progetto valori idonei a rappresentare condizioni di permeabilità a lungo termine. Il calcolo deve tenere conto:
  - 4.1. dei volumi di laminazione necessari durante i transitori di pioggia intensa, in cui occorre determinare cautelativamente la portata possibile di infiltrazione durante il breve termine dell'evento meteorico;
  - 4.2. della portata possibile di infiltrazione al di fuori dei transitori di pioggia, per valutare il tempo di svuotamento nel sottosuolo delle strutture di infiltrazione, anche con riferimento a quanto indicato alla lettera f).
5. il dimensionamento delle strutture di infiltrazione deve discendere da un progetto idraulico dettagliato e specifico basato su parametri idrogeologici sito specifici che, in funzione dell'importanza dell'intervento, possono essere calcolati e ricavati da adeguate indagini idrogeologiche sito specifiche e prove di dettaglio. Il progetto delle strutture di infiltrazione deve comprendere anche un piano di gestione e manutenzione, nonché l'indicazione degli interventi atti al mantenimento delle caratteristiche di progetto dell'opera.

Nel merito di quanto indicato dal comma 2 lettera C punto 3 dell'art. 11) che prevede che l'analisi dell'infiltrabilità si basi sulle conoscenze e su quanto previsto dagli strumenti di pianificazione regionali e provinciali di settore, nonché nella componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. comunale, si ritiene che tale livello di approfondimento possa essere ritenuto idoneo solo per una definizione preliminare delle opere, e che pertanto sia richiesta l'esecuzione di analisi ad hoc in situ preventivamente alla realizzazione delle opere previste dal Progetto di invarianza, come peraltro suggerito dall'art. 11, comma 2, lettera c, punto 5.

Di seguito, ai fini della individuazione del coefficiente di permeabilità dei suoli interessati dall'intervento edificatorio e della soggiacenza della falda nel presente Progetto si è fatto riferimento alla Relazione Idrogeologica " Studio di permeabilità dei terreni per il predimensionamento del sistema di smaltimento delle acque piovane lungo l'asse viario di vi Croce di Venzago (via Mantova) nell'ambito dell'AdT 12" riguardante il sito d'interesse, redatta in data 22/06/2013 a firma del Dott. Geol. Damiano Scalvini, n. 1168 Ordine dei Geologi della Lombardia, e della quale di seguito in estratto si riportano le parti di specifico interesse.

*( estratto capitolo 3 rel. Geologica )*

## INDAGINI

Per la verifica delle caratteristiche litostratigrafiche e di permeabilità dei terreni presenti lungo l'asse viario di Via Croce di Venzago (Via Mantova) sono stati eseguiti n. 3 scavi esplorativi.

Gli scavi spinti alla profondità massima di -2,90 m dal piano campagna, hanno rivelato la presenza, al di sotto del terreno di coltivo, di ghiaie e sabbie eterogenee con abbondanti ciottoli da subangolari a subarrotondati, con frazione fine limosa subordinata, in percentuale minima.

Nella tabella si riassumono i dati degli scavi eseguiti, **con riferimento alle quote di rilievo.**

Scavo	Quota inizio scavo (m)	Quota fondo scavo (m)	Profondità scavo	Sociacenza falda (m)
S1	-8,30	-11,20	2,80	-
S2	-12,20	-15,10	2,90	-
S3	-14,00	-16,10	2,10	-16,10

( estratto capitolo 4 rel. Geologica )

### 4.2.1. Permeabilità dei terreni

La permeabilità di un terreno è essenzialmente funzione della sua porosità efficace e viene espressa dal coefficiente di permeabilità ( $k$ ) che ha la dimensione di una velocità.

Di conseguenza la permeabilità dipende dalla granulometria dei terreni risultando maggiore per i terreni grossolani rispetto a quelli con caratteristiche granulometriche fini.

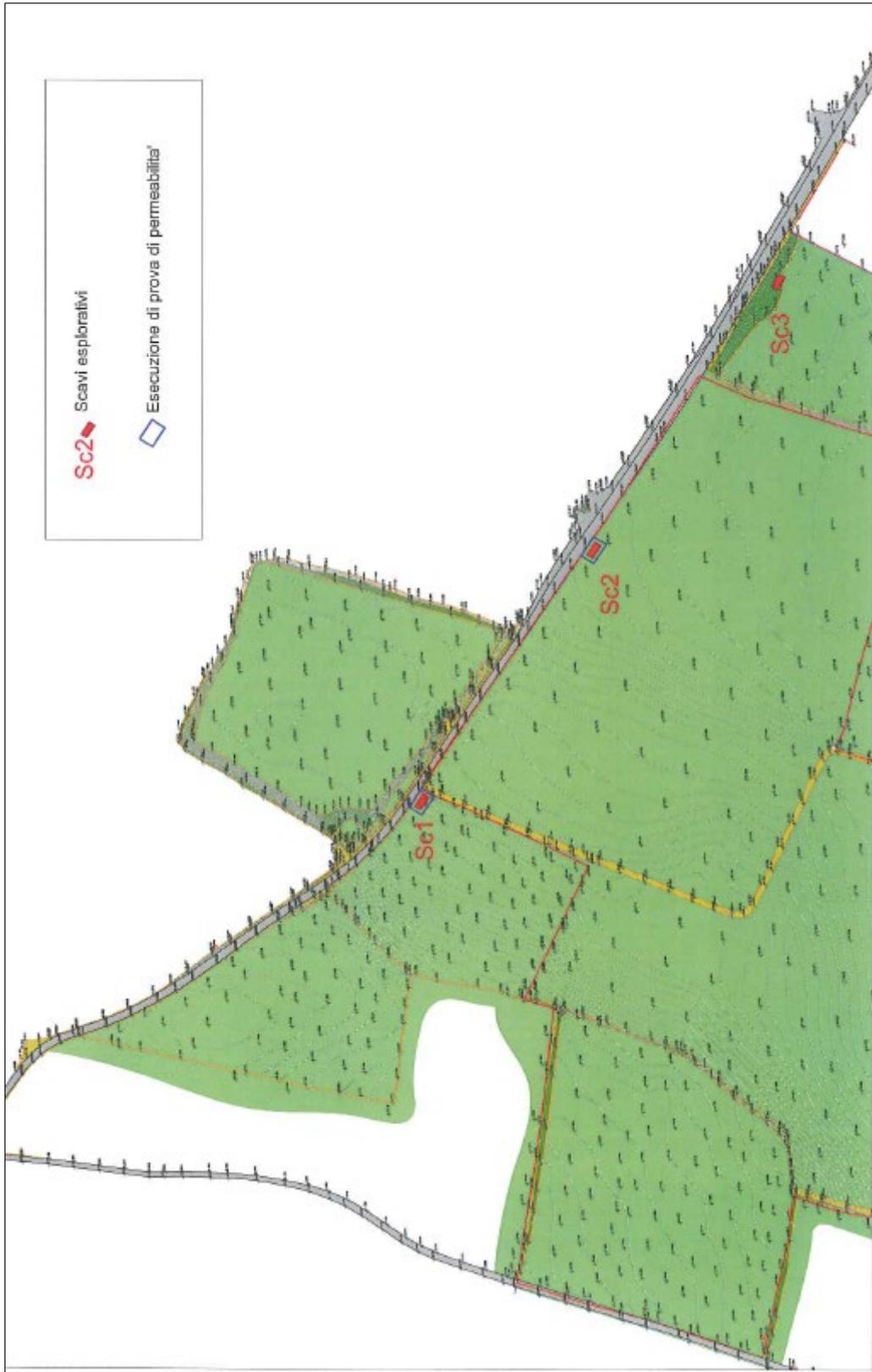
L'eterogeneità granulometrica di un terreno riduce sensibilmente il valore della permeabilità poiché la presenza di matrice fine (limo e argilla), anche se subordinata in percentuale allo scheletro granulare, ostacola la filtrazione.

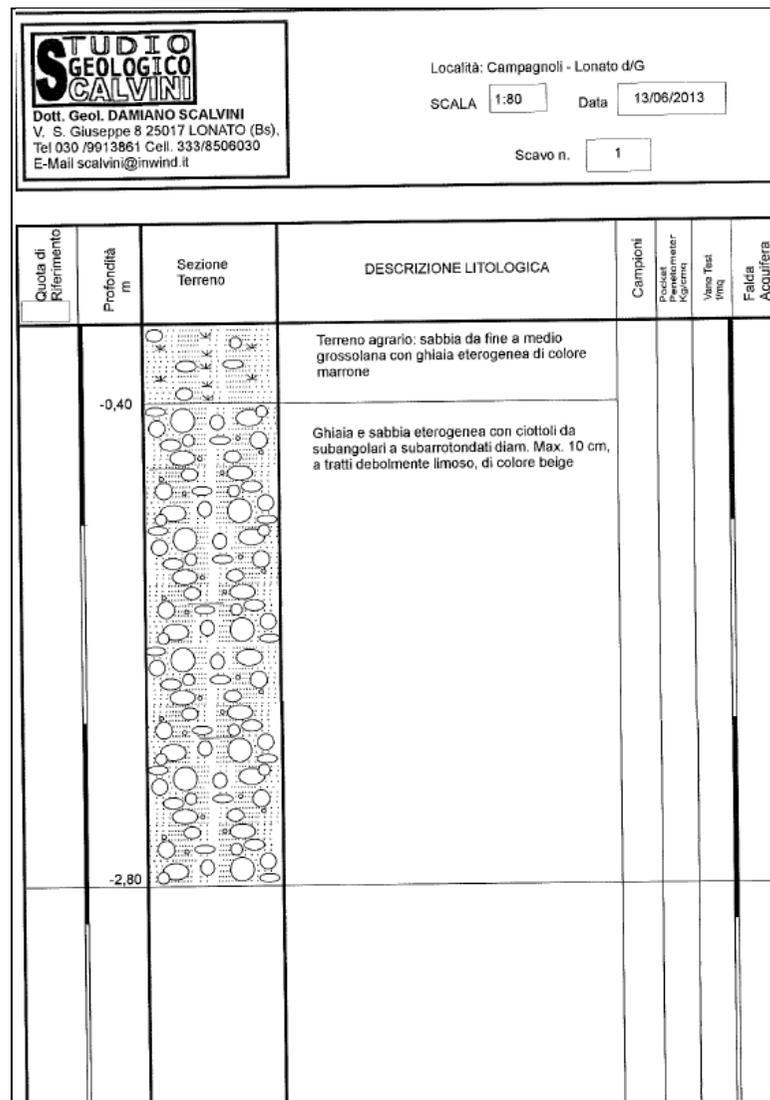
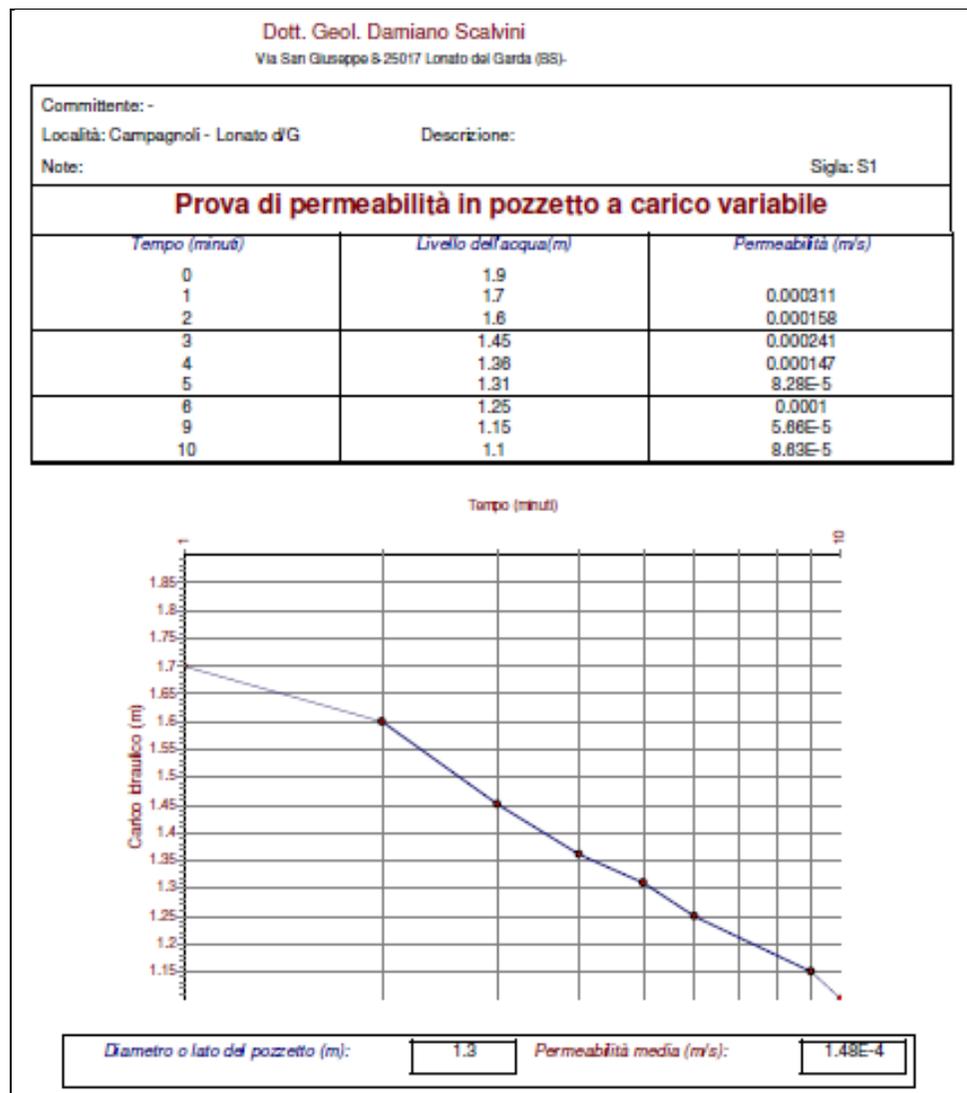
Sulla base delle prove di permeabilità a carico variabile eseguite presso l'area d'indagine il 12/06/2013 si sono potuti calcolare i seguenti valori del coefficiente di permeabilità:

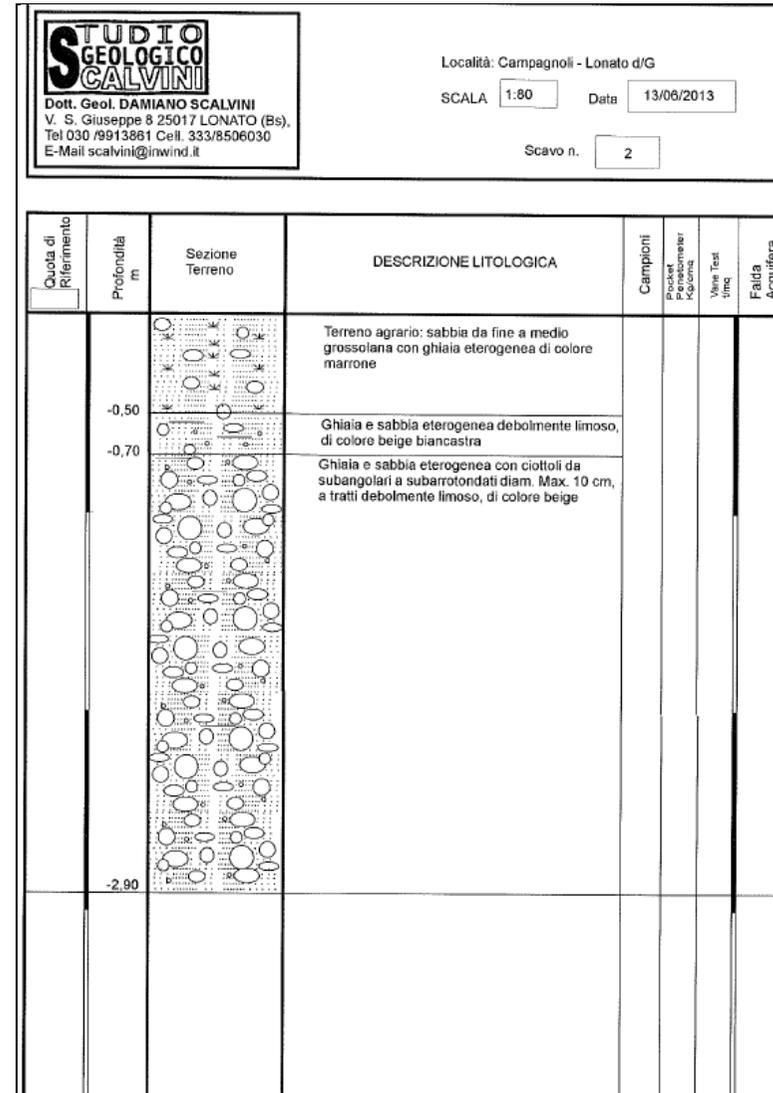
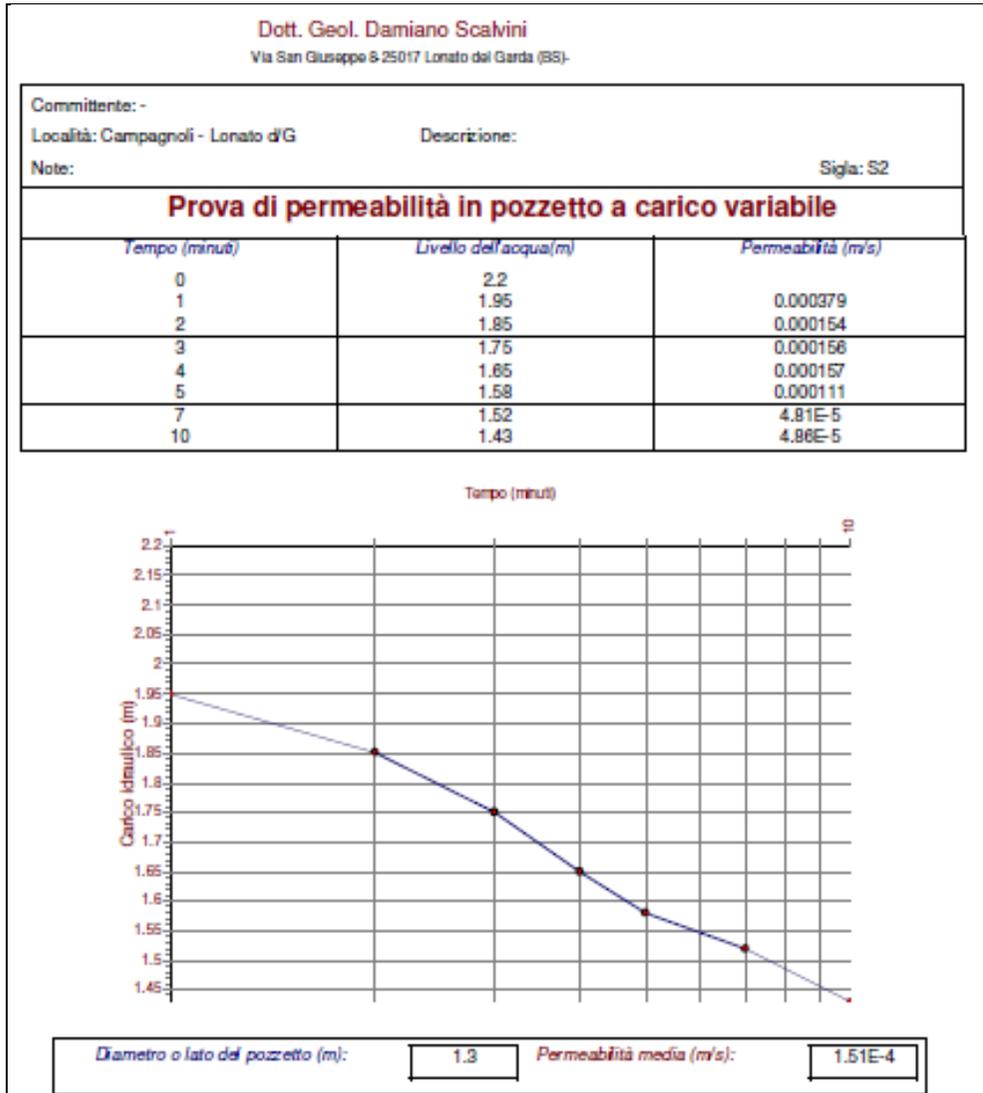
$$Sc\ 1 \quad k = 1,48 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

$$Sc\ 2 \quad k = 1,51 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

Il dato considerato indica generalmente **una permeabilità medio-alta** dei terreni presenti nell'area.







Per il dettaglio sulle modalità delle indagini, la descrizione litologica, la documentazione fotografica ed il rapporto delle prove di permeabilità a carico variabile, si rimanda alla citata relazione geologica.

\*\*\*\*\*

Il valore di permeabilità riscontrato in sede di indagine geologica non risulta particolarmente favorevole, seppur allineato ai dati disponibili per aree limitrofe; in particolare nel sondaggio S3 non è stata effettuata prova di permeabilità essendovi riscontrato sul fondo scavo, alla profondità di soli 2.1 metri dal piano campagna, la presenza di acqua.

Nonostante ciò e che per i sondaggi S1 e S2, si tratti di dati ricavati a limitate profondità dal p.c., anche per la temuta presenza di falda, in sede di progettazione avanzata dei dispositivi di dispersione sarà opportuno utilizzare valori cautelativi che tengano conto che le capacità di dispersione del sistema dei pozzi sono naturalmente soggette ad un processo di degradazione.

I dispositivi di dispersione sono infatti il punto di accumulo finale di tutto il materiale fine (sabbie, polveri) dilavato dalle piogge sulle superfici del lotto, seppur i singoli pozzetti di raccolta delle acque meteoriche debbano opportunamente essere del tipo sifonato. Col tempo tali parti fini tendono ad intasare il fondo dei pozzi perdenti e a otturare gli interstizi nello strato drenante ad essi circostante: tale naturale processo di degradazione è ulteriormente incrementato dal fatto che, usualmente, una volta posti in opera i dispositivi di dispersione sono oggetto di limitati interventi di manutenzione. Analogamente il sistema di smaltimento da pozzi risente fortemente del livello di falda che nella zona è noto essere particolarmente elevato e subire consistenti escursioni.

L'esame degli elementi contenuti nella Relazione Geologica e desunti dalle prove di permeabilità effettuate, nei sondaggi S1 e S2 posti in corrispondenza dell'UMI 2 in prossimità del fronte strada della via Mantova, ha consentito di assumere, per il dimensionamento delle opere di dispersione delle acque nel sottosuolo, un valore del coefficiente di permeabilità maggiormente cautelativo riscontrato nello scavo S1 pari a:

- $K=1.48 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

Inoltre, gli elementi d'indagine riportati nell'approfondimento geologico e dalle prove di permeabilità effettuate consentono di escludere la presenza di una circolazione idrica (Falda) fino alla profondità di circa 3.00 m da p.c.

## 5 PREDIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI DISPERSIONE

La soluzione progettuale di invarianza idraulica proposta, come si è detto, prevede, per la parte prevalente, lo smaltimento delle acque meteoriche per infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo.

Il calcolo del sistema di infiltrazione delle portate meteoriche nel suolo viene all'interno della presente relazione sviluppato sulla base di alcune ipotesi progettuali di seguito riassunte in sintesi:

- Si prevede, per ciascun sottobacino, l'accumulo e lo smaltimento delle acque meteoriche mediante dispositivi di dispersione costituiti da batterie di pozzi perdenti / pozzi perdenti isolati, opportunamente dimensionamenti e localizzati all'interno dei sottobacini di appartenenza, circondati / colmati da uno strato di materiale inerte naturale drenante ad elevata permeabilità (porosità > 0.33).
- Non si prevede la possibilità di scarico diretto delle acque di troppo pieno provenienti dal nuovo insediamento e pertinenze verso il reticolo superficiale o verso la rete fognaria comunale.
- Ai fini dell'invaso delle acque meteoriche eccedenti la capacità di infiltrazione dei dispositivi previsti a progetto, per la modulazione delle portate entranti con quello allo scarico per infiltrazione, si è considerato il volume del pozzo/i perdente, quello dello strato drenante previsto intorno ai manufatti opportunamente ridotto del 10%, (in osservanza all'art. 11 comma 2 lettera e) punto 4bis), e la capacità di invaso nella rete. In prima analisi si è trascurata la capacità di invaso delle acque per la quota parte che tende ad accumularsi

in superficie in quelli che comunemente vengono definiti "piccoli invasi": tale accumulo viene usualmente quantificato in  $0.004 - 0.006 \text{ m}^3/\text{m}^2$  delle superfici piane, salvo specifiche necessità di volta in volta valutate e illustrate negli elaborati di dettaglio.

- Si è previsto che, alla fine dell'evento meteorico di dimensionamento, tutte le acque meteoriche defluite in superficie provenienti dall'intervento di nuova edificazione - opere di urbanizzazione ed accessori e non mandate a dispersione durante l'evento siano stoccata all'interno dei dispositivi di dispersione medesimi. La possibilità di un accumulo delle acque meteoriche nella rete viene eventualmente riservato esclusivamente al soddisfacimento del requisito minimo previsto dall'art. 12 comma 2. L'accumulo delle acque meteoriche in aree opportunamente ribassate rispetto a p.c., non viene, nello specifico, utilizzato.
- Non si prevede lo scarico modulato delle acque meteoriche di troppo pieno dei dispositivi di dispersione provenienti dal nuovo insediamento ed afferenti al sistema di raccolta e dispersione in rete fognaria pubblica.

## 5.1 METODOLOGIA DI CALCOLO

Il dimensionamento dei manufatti di dispersione viene preliminarmente effettuato senza considerare lo sviluppo temporale dell'evento meteorico e dei fenomeni di infiltrazione, ma considerando gli eventi nel loro complesso in termini di volumi complessivi affluiti e infiltrati.

I dispositivi di dispersione (Batteria di Pozzi Perdenti/Pozzi Perdenti Isolati) sono pertanto dimensionati in base ad una semplice equazione di continuità, valutata per eventi meteorici di differente durata  $t$ :

$$V_a(t) = V_e(t) - V_i(t)$$

ove:

- $V_a(t)$  è il volume d'acqua da accumulare all'interno del pozzo perdente al termine dell'evento di durata pari a  $t$ ;
- $V_e(t)$  è il volume di acqua meteorica affluente al pozzo perdente al termine dell'evento di durata pari a  $t$ ;
- $V_i(t)$  è il volume di acqua infiltrato nel terreno al termine dell'evento di durata pari a  $t$  a partire dall'inizio della pioggia.

Il secondo membro dell'equazione sopra scritta presenta un massimo in funzione di  $t$ : il dimensionamento dei dispositivi disperdenti si ottiene semplicemente individuando tale massimo, calcolando la relazione sopra scritta per differenti durate di pioggia, comprese tra 0 e 48 ore:

$$V_a = \max_t [V_e(t) - V_i(t)]$$

Il calcolo di ciascuno dei termini che compare nell'equazione di continuità necessita di un approfondimento, che viene presentato nei paragrafi seguenti.

### 5.1.1 Calcolo del volume affluente $V_e(t)$

Il volume d'acqua complessivamente affluente all'interno dei dispositivi di infiltrazione per un evento di durata  $t$  viene calcolato tramite la seguente relazione:

$$V_e(t) = \psi \cdot A \cdot h(t) = \psi \cdot A \cdot a \cdot t^n$$

essendo:

- $\psi$  il coefficiente di afflusso medio ponderale del bacino, dato pertanto dalla seguente:

$$\psi = \frac{\sum_i \psi_i \cdot A_i}{\sum_i A_i}$$

essendo  $A_i$  e  $\psi_i$  rispettivamente l'estensione e il coefficiente di permeabilità di ciascuna tipologia di aree permeabili presenti sul lotto.

Nel caso specifico si sono individuate:

- Aree a verde profondo non drenato  $\psi=0.00$ ;
- Aree a verde drenato  $\psi=0.30$ ;
- Aree semipermeabili – verde sovrapposto a solette  $\psi=0.70$ ;
- Aree impermeabili, coperture e strade  $\psi=1.00$ .

Per quanto concerne la pioggia di progetto si richiama quanto già detto al paragrafo 4.4: si fa riferimento alla pioggia con tempo di ritorno cinquantennale in base ai dati ARPA: i parametri della curva monomia, per eventi di durata compresa tra 1 e 24 ore, che rappresenta l'altezza cumulata di pioggia sono i seguenti:

$$\begin{aligned} a &= 54.759 \\ n &= 0.2653 \end{aligned}$$

Si osservi che il parametro  $n$  (esponente della curva di possibilità pluviometrica) da utilizzare nelle equazioni precedenti deve essere congruente con la durata risultante dal calcolo, tenendo conto che il valore di  $n$  è generalmente diverso per le durate inferiori all'ora, per le durate tra 1 e 24 ore e per le durate maggiori di 24 ore. Poiché tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori dell'ora, per le durate inferiori all'ora si sono utilizzati, tutti i parametri indicati da ARPA, tranne il parametro  $n$  per il quale si indica il valore  $n = 0,5$  in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica, come riportato a pag. 60 del Testo coordinato del regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (BURL serie ordinaria n. 51 del 21/12/2019), nell'Allegato "G" Punto 2 "Calcolo dell'Idrogramma Netto".

### 5.1.2 Calcolo del volume infiltrato $V_i(t)$

Il volume infiltrato fino all'istante  $t$  nel terreno attraverso le pareti della struttura di accumulo è dato dalla relazione seguente:

$$V_i(t) = k_t \cdot S_d \cdot t$$

ove:

- $k_t$  è il coefficiente di permeabilità del terreno;
- $S_d$  è la superficie disperdente.

La superficie disperdente dei dispositivi, ipotizzando che i manufatti di dispersione siano contenuti all'interno di un volume di forma rettangolare in pianta di materiale drenante di dimensioni  $A \times B$  è data dalla seguente:

$$S_d = 2 \cdot [(D + i) \cdot (n - 1) + (D + i) \cdot (m - 1) + \pi \cdot (D / 2 + b)] \cdot H$$

Con le seguenti notazioni:

- $n$  è il numero di pozzi perdenti su una fila;
- $m$  è il numero delle file;
- $b$  è l'ampiezza dello strato di separazione fra l'estradosso dei manufatti dei pozzi e il limite esterno dello strato drenante;

- D è il diametro netto dei pozzi perdenti;
- i è l'interasse tra i pozzi perdenti;
- H è l'altezza dello strato drenante, data dalla differenza tra l'altezza complessiva da p.c. del pozzo e la profondità dello strato da p.c. stesso.

Nella valutazione della superficie di infiltrazione viene considerata solo la superficie laterale dello strato drenante, trascurando a favore di sicurezza l'infiltrazione attraverso il fondo dello stesso e il fondo del pozzo: tale superficie tende infatti a perdere rapidamente la propria capacità per effetto dell'accumulo di particelle fini (limi et similia) che tendono ad impermeabilizzarla.

Nella valutazione della superficie disperdente è stato inoltre considerato un coefficiente correttivo pari al 50%, per tener conto del fatto che, nel corso dell'evento meteorico, il pozzo non resta sempre pieno (quindi con la superficie disperdente funzionante al 100%), ma presenta periodi (almeno all'inizio dell'evento) in cui è parzialmente o completamente vuoto.

### 5.1.3 Calcolo del volume accumulato Va

Nel calcolo del volume invasabile si sono considerate le potenzialità di invaso date dalla rete, vale a dire i potenziali accumuli all'interno dei condotti di raccolta delle acque bianche; si è dunque ipotizzato, a favore di sicurezza, che il volume di pioggia netto affluito in rete, per un evento meteorico con un tempo di ritorno di 50 anni, possa essere disperso attraverso il pozzo perdente oppure debba essere stoccato a fine evento all'interno dei pozzi stessi e del sistema di drenaggio.

Come già detto, nel calcolo del volume invasabile si sono considerate le potenzialità di invaso date dalla rete ma, a favore di sicurezza, non quelle date dagli accumuli in superficie, ancorché per eventi estremi quale quello assunto ai fini del progetto (l'evento centennale) sarebbe ammissibile considerare una lama d'acqua sulle superfici.

Il volume invasabile nel pozzo è dato dalla seguente:

$$V_{a, \text{pozzi}} = \pi \cdot D^2 / 4 \cdot H + P \cdot Cr * V_c$$

ove il primo membro è il volume invasabile all'interno del pozzo vero e proprio di diametro D e profondità H, mentre il secondo membro rappresenta il volume d'acqua accumulabile all'interno degli interstizi del rinterro in ghiaia, essendo  $V_c$  il volume di tale rinterro (al netto del volume del pozzo in cls), assunta P la porosità minima del materiale di rinterro pari a 0.33, e Cr (Coef. rid. Porosità (Art. 11 c. 2) - R.R. 8 c.2 l. e n.4bis) coefficiente di riduzione al fine di tenere conto della progressiva tendenza all'intasamento, assunto pari a 0.90. Il volume del materiale di riempimento (al netto dal volume occupato dal pozzo perdente), ipotizzando che il pozzo perdente siano contenuto all'interno di un volume a forma di parallelepipedo di dimensioni A x B x H, è dato dalla seguente:

$$V_c = \left[ \pi \cdot (D/2 + b)^2 + (D+i)^2 \cdot (n-1) \cdot (m-1) + (2 \cdot b + D) \cdot (D+i) \cdot (n-1) + (2 \cdot b + D) \cdot (D+i) \cdot (m-1) - n \cdot \pi \cdot D^2 / 4 \right] \cdot H$$

Essendo (in base alle notazioni espresse):

- n il numero di pozzi perdenti per ogni fila;
- m il numero di file;
- b l'ampiezza dello strato di separazione fra l'estradosso del campo pozzi e il limite esterno dello strato drenante;
- D il diametro netto dei pozzi perdenti;
- i è l'interasse tra i pozzi perdenti;
- H è l'altezza dello strato drenante.

Il volume invasato nelle tubazioni è dato dalla sommatoria dello sviluppo dei tubi per la superficie netta di

ciascun condotto:

$$V_t = \sum_i \pi \cdot D_i^2 \cdot L_i$$

Essendo  $L_i$  lo sviluppo complessivo delle tubazioni di diametro  $V_i$ .

Affinché non si abbia tracimazione dal pozzo, la somma del volume invasabile nel dispositivo disperdente  $V_a$  e del volume infiltrato  $V_i(t)$  deve essere maggiore o uguale a quello affluente  $V_e(t)$ , ovvero:

$$V_a \geq \max_t [V_e(t) - V_i(t)]$$

Il tempo di svuotamento del campo pozzi viene calcolato, per ogni evento considerato, dal confronto tra il volume invasato e la portata istantanea infiltrata.

Poiché tale confronto conduce a una stima dei tempi di svuotamento dei dispositivi di infiltrazione per difetto, in quanto la portata istantanea infiltrata è funzione del tirante idrico presente nel pozzo e il valore di calcolo del metodo di sole piogge fa riferimento al pozzo completamente pieno, si è introdotto un coefficiente correttivo arbitrario pari al 50%, ipotizzando perciò che, a evento concluso, il campo pozzi possa, durante il periodo di svuotamento, essere mediamente considerato pieno a metà.

Il tempo di svuotamento pertanto viene valutato, per ogni evento considerato come:

$$T_{svuot}(t) = \frac{[V_e(t) - V_i(t)]}{0.50 \cdot k_t \cdot S_d}$$

e:

$$T_{svuot_{max}} \geq \max_t \frac{[V_e(t) - V_i(t)]}{0.50 \cdot k_t \cdot S_d}$$

## 5.2 DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI PROPOSTE

Per ogni singolo sottobacino individuato e studiato in modo indipendente e descritto al precedente paragrafo 4.3, si riporta di seguito breve descrizione delle soluzioni progettuali proposte.

### Sottobacino PP01\_2022 - Parcheggio Pubblico

Il Progetto prevede lo smaltimento delle portate meteoriche generate dal sottobacino e raccolte dalla rete di drenaggio per infiltrazione mediante un sistema di pozzi perdenti isolati od in batteria opportunamente collocati all'interno dell'area di interesse.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è costituito da complessive n. 21 caditoie opportunamente collocate sulla nuova viabilità e nelle aree a parcheggio pubblico e da tratti di collettori in PVC SN8 De 315 - 355 mm che collegano tali dispositivi al sistema di smaltimento.

Il sistema di smaltimento per infiltrazione è composto come di seguito descritto:

- **5 Pozzi Perdenti** collegati da collettore di drenaggio principale al sezio del Sottobacino PP01 aree di pertinenza esclusiva, con intercettazione delle acque pluviali provenienti da superfici dei piazzali e viabilità di manovra, posti al piano campagna piazzali e aree di manovra, costituiti da manufatti aventi le caratteristiche seguenti:
  - Tipologia: Pozzi disperdenti circondati da strato drenante;
  - Materiale: anelli prefabbricati in c.a., altezza cadauno 0.50 m;
  - Ampiezza dello strato drenante: 2.00 m;
  - Diametro interno anelli: 2.00 m;
  - profondità minima della parte drenante rispetto a p.c. : 0.50 m;

– profondità del piano di posa rispetto a p.c.: 3.00 m.

Il volume di invaso complessivo del sistema viene realizzato mediante i pozzi perdenti, nel materiale di drenaggio circostante e nelle tubazioni; non è presente alcun scarico verso Corpi idrici superficiali o collettori di Fognatura Bianca.

### **Sottobacino SV\_2022 - Strade e Viabilità**

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è costituito da due distinti impianti di collettamento e dispersione, uno al servizio della strada di penetrazione all'Ambito - UM2 ed uno al servizio della via Mantova - Brodena nel tratto d'intervento sul quale si prevede il potenziamento e la realizzazione di nuova rotatoria.

L'impianto al servizio della nuova strada di penetrazione prevede un numero complessivo di 22 caditoie opportunamente collocate sulla nuova viabilità e tra queste n. 6 collocate su pozzi perdenti, collegate da tratti di collettori in PVC SN8 DN 250/ 315, ai dispositivi del sistema di smaltimento costituiti da n. 8 Pozzi perdenti isolati; il gradiente altimetrico della strada non consente il collegamento in linea delle perdenti.

L'impianto al servizio del tratto di via Mantova oggetto d'intervento prevede:

- Sulla nuova Rotonda imbocco e sbocco - un numero complessivo di 14 caditoie opportunamente collocate sulla nuova viabilità, collegate da tratti di collettori in PVC SN8 De 315, ai dispositivi del sistema di smaltimento costituiti da n. 4 Pozzi perdenti isolati di cui tre posti all'interno della Rotatoria e uno nel verde a valle;
- Tratto via Mantova valle Rotonda - un numero complessivo di 6 caditoie opportunamente collocate sulla nuova viabilità, collegate da tratti di collettori in PVC SN8 De 250 - 315, al dispositivo del sistema di smaltimento costituito da n. 1 Pozzo perdente isolato posto in sede stradale;
- Tratto via Mantova monte Rotonda - un numero complessivo di 4 caditoie opportunamente collocate sulla nuova viabilità e canaletta a tutta strada all'inizio del tratto d'intervento, collegate da tratti di collettori in PVC SN8 De 250 - 315, ai dispositivi del sistema di smaltimento costituiti da n. 2 Pozzi perdenti posti in sede parcheggi drenanti sul lato sud della via Mantova del Parcheggio Pubblico P1;
- Marciapiede sud via Mantova - un numero complessivo di 5 caditoie opportunamente collocate e collegate da tratti di collettori in PVC SN8 DN 160, ai dispositivi del sistema di smaltimento delle sedi stradali.

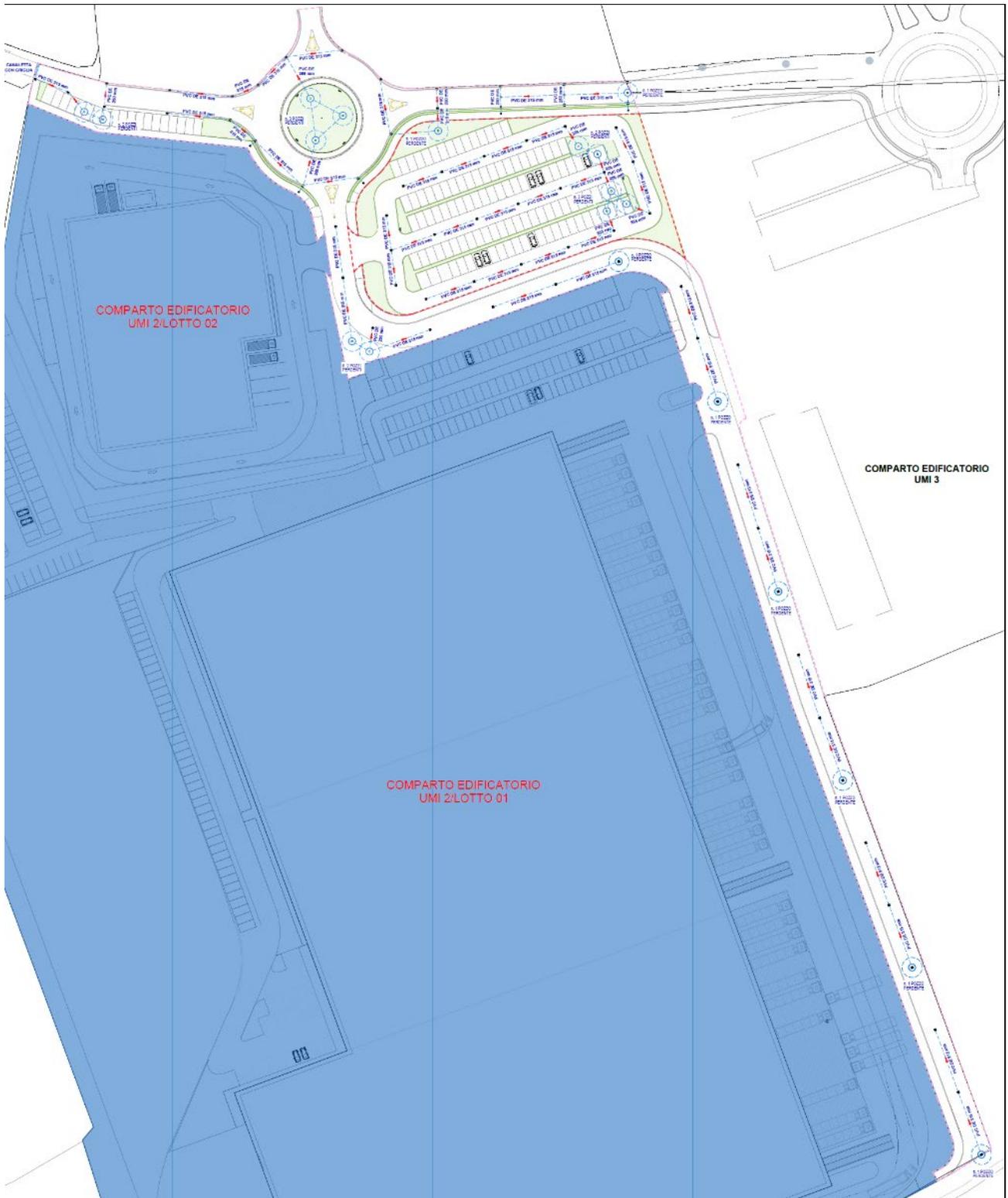
Complessivamente l'impianto prevede un numero complessivo di 46 caditoie stradali, opportunamente collocate sulla nuova viabilità, n. 5 caditoie collocate nel nuovo marciapiede, una canaletta stradale a monte sulla via Mantova - Brodena, collegate da tratti di collettori in PVC SN8 De 250 - 315 mm, ai rispettivi sistemi di smaltimento; i tratti di collettori principali che collegano i Pozzi perdenti vengono previsti cautelativamente in PVC SN8 De 355 mm.

Il sistema di smaltimento per infiltrazione è composto come di seguito descritto:

- **15 Pozzi Perdenti**, con funzioni di invaso e modulazione e disperdimento, al servizio del Sottobacino SV, con intercettazione delle acque pluviali provenienti da superfici stradali e marciapiedi, posti al piano campagna, costituiti da manufatti aventi le caratteristiche seguenti:
  - Tipologia: Pozzi disperdenti circondati da strato drenante;
  - Materiale: anelli prefabbricati in c.a., altezza cadauno 0.50 m;
  - Ampiezza dello strato drenante: 2.00 m;
  - Diametro interno anelli: 2.00 m;
  - profondità minima della parte drenante rispetto a p.c. : 0.50 m;
  - profondità del piano di posa rispetto a p.c.: 3.00 m.

Il volume di invaso complessivo del sistema viene realizzato mediante i pozzi perdenti, nel materiale di drenaggio circostante, mentre non sono computati pozzetti e tubazioni per l'elevata pendenza delle sedi

stradali; non è presente alcun scarico verso Corpi idrici superficiali o collettori di Fognatura Bianca.



*Schematizzazione dell'impianto di progetto*

## 6 DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI SMALTIMENTO CON PROCEDURA DETTAGLIATA

Il complesso degli interventi di specifico interesse si colloca in Classe 3 – “Impermeabilizzazione potenziale alta”, come determinato nel recedente paragrafo 4.5, ed il Regolamento preveda che il dimensionamento delle opere di invarianza venga effettuato mediante la procedura di calcolo dettagliata indicata nell’Allegato “G” del Regolamento stesso.

Nello sviluppo del presente progetto per il dimensionamento-verifica del sistema di smaltimento si è pertanto applicata la metodologia prescritta per ciascun Sottobacino individuato soggetti al rispetto del R.R. 7/2017.

Lo svolgimento ed i risultati della procedura di calcolo per ciascun Sottobacino sono riportati nel dettaglio in apposito elaborato redatto a corredo del presente; di seguito si illustrano le basi analitiche generali utilizzate per la piena comprensione delle stesse e l’eventuale ripetibilità.

La procedura di dimensionamento/verifica di dettaglio richiede di computare la trasformazione afflussi - deflussi del bacino fino alla sezione di ingresso nell’invaso (o nel complesso degli invasi) di laminazione in progetto, in particolare adottando idonei criteri di scelta:

- dello ietogramma di progetto e della sua durata complessiva a partire dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l’area in esame;
- della procedura di calcolo dello ietogramma netto in funzione delle perdite idrologiche per accumuli iniziali e per infiltrazione, in relazione alle tipologie del suolo e della urbanizzazione in progetto;
- del modello di trasformazione afflussi netti-deflussi idoneo a rappresentare sia la formazione degli idrogrammi di piena nelle diverse sotto-aree, sia la loro propagazione e formazione dell’idrogramma complessivo  $Q_e(t)$  in corrispondenza della sezione di ingresso nell’invaso (o nel complesso degli invasi) di laminazione in progetto. A tale scopo è stato utilizzato:

- uno ietogramma di progetto tipo Chicago avente una durata superiore al tempo di corrivazione del bacino sotteso dall’invaso e che sia rappresentativa dell’evento critico per il volume;
- la stima del processo di infiltrazione indicato nell’articolo 11, comma 2, lettera c), punti da 1 a 6 del regolamento, o l’adozione dei coefficienti di deflusso indicati nell’articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento;
- il modello di trasformazione aree – tempi (metodo di corrivazione) del bacino afferente all’invaso di laminazione.

Il dimensionamento o la verifica del dimensionamento dell’invaso (o degli invasi) di laminazione avviene poi applicando le equazioni seguenti al fine di computare l’idrogramma uscente  $Q_u(t)$  dalla bocca (o dall’insieme delle bocche) di scarico dell’invaso (o degli invasi) e quindi verificare il rispetto del valore della massima portata ammissibile nel caso in esame (articolo 8 del regolamento) e del tempo massimo di svuotamento (articolo 11, comma 2, lettera f)).

I fattori che influiscono sull’effetto di laminazione operato da un invaso di tipo statico sono il volume massimo in esso contenibile, la sua geometria e le caratteristiche delle opere di scarico. Il processo di laminazione nel tempo  $t$  è descritto matematicamente dal seguente sistema di equazioni:

- equazione differenziale di continuità:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt} \quad (1)$$

- legge di efflusso che governa le opere preposte allo scarico dall’invaso o in generale allo svuotamento dell’invaso:

$$Q_u = Q_u[H(t)] \quad (2)$$

- curva d’invaso, esprime il legame geometrico tra il volume invasato ed il battente idrico  $H$  nell’invaso:

$$W = W[H(t)] \quad (3)$$

dove  $Q_e(t)$  rappresenta la portata entrante,  $Q_u(t)$  quella complessivamente uscente dall'insieme delle opere di scarico e/o di infiltrazione e/o di riuso,  $W(t)$  il volume invasato,  $H(t)$  il battente idrico nell'invaso.

Nota l'onda di piena entrante  $Q_e(t)$  e note le funzioni (2) e (3) riferite alle effettive caratteristiche geometriche ed idrauliche dello scarico (eq. 2) ed all'effettiva geometria dell'invaso (eq. 3), l'integrazione del sistema (1) (2) (3) consente di calcolare le tre funzioni incognite  $Q_u(t)$ ,  $H(t)$  e  $W(t)$ .

Il calcolo viene riferito ad un evento di piena entrante  $Q_e(t)$  selezionato come "evento di progetto" e cercando le soluzioni dimensionali affinché la portata uscente  $Q_u(t)$  sia sempre inferiore o al massimo uguale al preassegnato limite massimo  $Q_u \max$  indicato:

- nell'articolo 8 del regolamento nel caso di scarico in Cis o Fognatura,
- nella portata di progetto del dispositivo di dispersione nel caso di smaltimento autonomo nel sottosuolo,
- dalla portata limite assegnata nel caso sussistano maggiori restrizioni come nel caso di specifico interesse.

Il sistema composto dalle tre equazioni è integrabile in forma chiusa solo quando le relazioni (2) e (3) e l'onda di piena in ingresso all'invaso siano rappresentabili mediante funzioni analitiche.

Più frequentemente, la portata in ingresso all'invaso è una funzione non esprimibile analiticamente, come nel caso di un'onda di piena conseguente ad una pioggia reale; oppure il legame volume invasato battente idrico (3) può essere notevolmente complicato a causa della geometria dell'invaso. Infine, anche la legge di efflusso può essere non facilmente rappresentabile, come ad esempio si verifica nel caso in cui si hanno diversi dispositivi in uscita, di caratteristiche differenti e predisposti per entrare in funzione a diverse quote idriche. In tutti questi casi il sistema delle equazioni (1), (2), (3) deve essere integrato numericamente alle differenze finite.

Risolto il sistema di equazioni e quindi calcolate le funzioni incognite  $Q_u(t)$ ,  $H(t)$  e  $W(t)$ , si individuano i rispettivi valori massimi  $Q_u \max$ ,  $H_{\max}$  e  $W_{\max}$ , riportati per ciascun Sottobacino di calcolo in apposito elaborato, e si procede alla verifica che essi siano compatibili con i vincoli assegnati.

Con riferimento allo ietogramma Chicago, pare opportuno richiamare quanto segue.

Con ietogramma sintetico si intende un evento pluviometrico generato sinteticamente con l'obiettivo di pervenire ad un corretto dimensionamento o alla verifica di uno o più componenti di una rete di drenaggio (ad esempio canalizzazioni, vasche volano, ecc.). Esso viene normalmente dedotto con analisi statistiche, più o meno complesse, sulla base di informazioni pluviografiche regionalizzate. Ad uno ietogramma sintetico viene associato un tempo di ritorno, intendendo che una qualche caratteristica dello ietogramma (ad esempio l'intensità del picco, il volume totale, ecc) presenta quel tempo di ritorno.

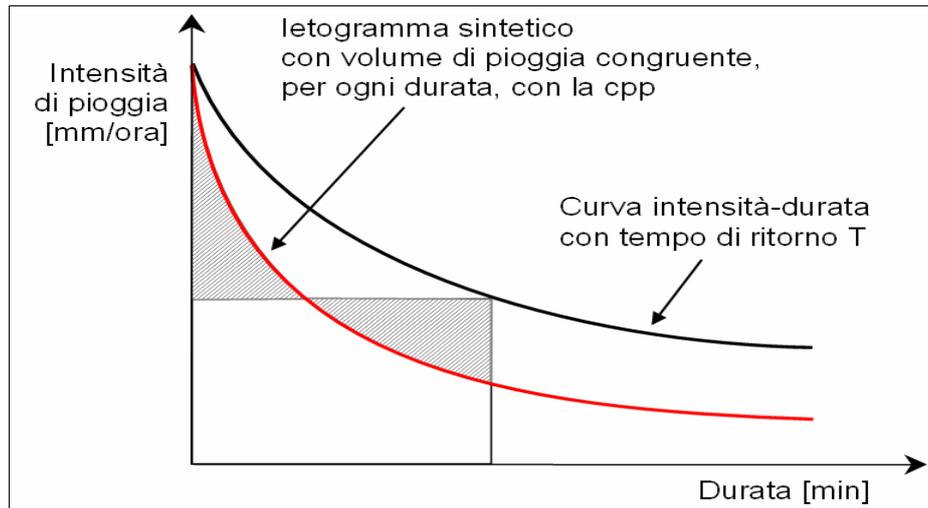
La maggior parte degli ietogrammi sintetici sviluppati ed usati attualmente sono stati dedotti allo scopo di dare "corrette" valutazioni delle portate al colmo, cioè portate al colmo che abbiano ragionevolmente lo stesso tempo di ritorno associato allo ietogramma sintetico.

Nei paragrafi precedenti, in conformità a quanto indicato nell' Allegato G del Regolamento regionale n. 7, si sono utilizzati ietogrammi di progetto tipo Chicago avente una durata poco superiore al tempo di corrivazione del bacino sotteso dall'invaso laminazione/impianto di smaltimento.

Va segnalato che lo ietogramma Chicago fu sviluppato da Keifer e Chu nel 1957 con riferimento alla fognatura di Chicago. La principale caratteristica di questo ietogramma consiste nel fatto che per ogni durata minore o uguale a quella totale dell'evento considerato, l'intensità media della precipitazione dedotta dal suddetto ietogramma è congruente con la curva di possibilità pluviometrica.

Il volume di pioggia di assegnata durata  $\theta$  è individuato dalla curva di possibilità pluviometrica nella forma:

$$h = a \theta^n$$



*Ietogramma con volume di pioggia congruente, per ogni durata, con la CPP*

Si immagini, per il momento, di voler definire l'andamento temporale di una precipitazione sintetica con il picco all'inizio dell'evento e con volume congruente, per ogni durata parziale  $\theta$ , a quello deducibile dalla curva di possibilità pluviometrica. Dovrà sussistere la relazione:

$$\int_0^{\theta} i dt = a \theta^n \quad \forall \theta$$

Differenziando l'espressione sopra scritta si ottiene:

$$i(\theta) = n a \theta^{n-1}$$

Lo ietogramma descritto ha la stessa intensità media per ogni durata di quella fornita dalla curva di possibilità pluviometrica da cui è stato dedotto (Figura sopra).

Si ipotizzi ora di dividere la durata totale  $\theta$  in due parti (Figura), attraverso un coefficiente  $0 \leq r \leq 1$ , in modo tale che:

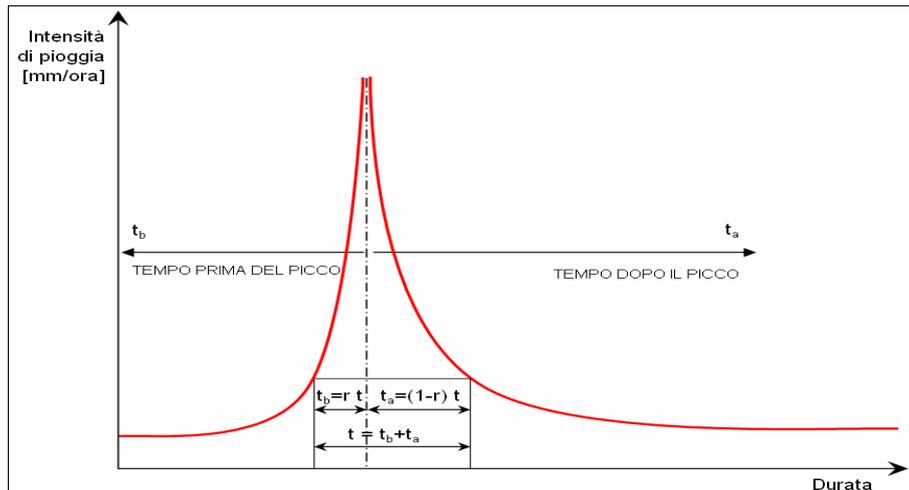
$t_b = r \theta$  è la durata della parte precedente il picco e  $t_a = (1-r) \theta$  è la durata della la parte seguente il picco. Sostituendo nelle relazioni precedenti le definizioni di  $t_a$  e  $t_b$ , si ottengono due equazioni che descrivono l'andamento dell'intensità di pioggia nel ramo ascendente prima del picco ed in quello discendente dopo il picco:

$$i(\theta) = n a \left( \frac{t_b}{r} \right)^{n-1} \quad t < t_b$$

$$i(\theta) = n a \left( \frac{t_a}{1-r} \right)^{n-1} \quad t > t_b$$

dove  $t_b$  è il tempo contato dal picco verso l'inizio della pioggia,  $t_a$  è il tempo contato dal picco verso la fine della pioggia e  $r$  è il rapporto tra il tempo prima del picco di intensità e la durata totale  $\theta$  dell'evento. Le equazioni precedenti forniscono un andamento temporale delle intensità il cui valore medio è congruente per ogni durata con quello dedotto dalle curva di possibilità pluviometrica.

Il valore di  $r$ , cioè la posizione relativa del picco all'interno dell'intera durata, deve essere individuato sulla base di indagini statistiche relative alla zona in esame.



*Ietogramma Chicago (con volume di pioggia congruente, per ogni durata, con la CPP)*

La costruzione dello ietogramma Chicago è effettuata numericamente, discretizzando le precedenti relazioni a seconda dell'intervallo di lavoro prescelto.

Lo ietogramma Chicago presenta il vantaggio di essere poco sensibile alla variazione della durata di base  $\theta$ . Infatti la parte centrale dello ietogramma rimane la stessa per durate progressivamente maggiori dal momento che si allungano solo le due code all'inizio ed alla fine dell'evento. Perciò, pur essendo dedotto dalle curve di possibilità pluviometrica, se la durata complessiva è sufficientemente lunga, tale ietogramma non risente se non in minima parte della sottostima dei volumi insita nel procedimento di definizione delle curve stesse. La scelta della durata complessiva rimane comunque un problema aperto. Keifer & Chu adottarono per Chicago la durata di  $\theta = 180$  minuti, pressoché pari al tempo di concentrazione dell'intera rete; in genere per determinare la portata massima si adotta una durata dello ietogramma uguale o poco superiore al tempo di corrivazione del bacino complessivo, mentre per determinare l'evento critico per il volume di compensazione, determinata la portata di scarico possono adottarsi varie metodologie.

Tra queste, per la sola determinazione della durata della precipitazione da assumere per il dimensionamento del Volume di compensazione nel presente Progetto si è utilizzata la Formula di Alfonsi e Orsi (1987).

Tale durata  $\theta_w$  si determina risolvendo per iterazione la seguente equazione:

$$W = 2.75 * n * \varphi * S * a * \vartheta_w^{n-1} + 0.36 * (n-1) * t_c * Q_u^2 * \frac{\vartheta_w^{-n}}{\varphi * S * a} - Q_u = 0$$

Nel caso in cui il valore di durata ottenuto mediante il procedimento sopra esposto risulti inferiore al tempo di corrivazione caratteristico del Sottobacino, essa è stata assunta cautelativamente pari 1-2 volte il tempo di corrivazione stesso o pari a 60 minuti, durata funzionale all'utilizzo dello ietogramma Chicago.

## 6.1 VERIFICA REQUISITO MINIMO - VOLUME INVASO - ART. 12 C. 2

Il requisito minimo da soddisfare, previsto dall'art. 12 comma 2, consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione.

Come determinato al precedente paragrafo 4.6, il volume minimo complessivo previsto dal R.R. 7/2017 e determinato per le porzioni che rientrano nella disciplina del Regolamento stesso, risulta pari a:

- **V<sub>min</sub> = 561,54 m<sup>3</sup>.**

L'ipotesi progettuale sviluppata prevede la realizzazione di un Volume Totale invasabile complessivo, per i Sottobacini soggetti al rispetto del R.R 7/2017, determinato in **585,01 m<sup>3</sup>**, che risulta soddisfare i requisiti minimi previsti dall'Art. 12 comma 2 e 3 del Regolamento n. 7 come meglio indicato nella tabella seguente e dettagliato nell'elaborato di calcolo.

Solo per informazione si riporta inoltre il volume complessivo di modulazione determinato con il metodo di calcolo di dettaglio pari complessivamente a 367,95 m<sup>3</sup>.

COMUNE DI LONATO PIANO DI LOTTIZZAZIONE "TIRA COLLO TRE UMI 1" - VERIFICA VOLUME MINIMO ART. 12 C.2									
SIGG. LORENZI ANTONIO E GIOVANNI S.S. - RAMBALDINI LORETTA - SGH SRL VIA MANTOVA - BRODENA FG. 54 MAPP. 22-24p-35-36-37-38-39-40-41-93-23	Modalità di smaltimento	Superficie interessata Intervento	$\psi$ medio	REQUISITO MINIMO (Vol. min. R.R. 7 - R.R. 8 Art. 7)	Volume minimo per ettaro Art. 12 c. 2)	Riduzione Art. 11 c.2 lett. e) pto 3	Volume minimo Art. 12 c. 2) di verifica	Volume minimo metodo di dettaglio	VOLUME DI PROGETTO
SOTTOBACINO PP01_2022 - Parcheggio Pubblico	INFILTRAZIONE	4130.29	0.6808	SI	800	SI	157.46	103.40	163.65
SOTTOBACINO SV_2022 - Strade e Viabilità	INFILTRAZIONE	7801.50	0.9249	SI	800	SI	404.08	264.55	421.36
<b>Totale complessivo Volume Minimo Art. 12 c. 2</b>		11931.79					561.54		
<b>Totale complessivo Volume Minimo Metodo dettaglio</b>								367.95	
<b>Totale complessivo Volume Minimo di Progetto</b>									585.01

## 6.2 VERIFICA DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO DEL DISPOSITIVO DI LAMINAZIONE

L'art. 11 comma 2, lettera f, punto 1 - 2, del R.R. 7/2017 come modificato ed integrato dal R.R. 8/20198, prevede che nel progetto vengano inoltre effettuate valutazioni circa il tempo di svuotamento nel sottosuolo delle strutture di smaltimento. Con riferimento a quanto indicato dalla lettera f, punto 2 dello stesso articolo, "per tener conto di possibili eventi meteorici ravvicinati, il tempo di svuotamento dei volumi calcolati secondo quanto indicato alla lettera e) non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile".

In funzione delle portate uscenti dai sistemi di smaltimento o mediante infiltrazione/disperdimento o come scarico dall'invaso di laminazione (nel rispetto della portata limite ammissibile di cui all'articolo 8 del regolamento o di valori maggiormente restrittivi impartiti dal gestore del Servizio idrico integrato o del RIM) è possibile determinare la portata complessiva in uscita dal ciascun sistema e conseguentemente valutare il tempo di svuotamento dei sistemi dopo il termine dell'evento critico per il volume, a partire dal massimo invaso  $W_{lam}$ , decorrente dal termine della pioggia, come:

$$t_{svuot} = \frac{W_{lam}}{Q_u + Q_{inf}}$$

Il dettaglio dei risultati relativi alla verifica del tempo di svuotamento sono riportati per ciascun sottobacino nell'elaborato di calcolo; la verifica risulta in ogni caso soddisfatta.

## 6.3 VERIFICA DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI SMALTIMENTO TR 100 ANNI

L'art. 11 comma 2, lettera a, punto 2, del Regolamento prevede che gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono oggetto di verifica del dimensionamento. Per tale attività la norma individua l'evento con tempo di ritorno **Tr = 100 anni**: quello da adottare per la verifica del corretto funzionamento dei gradi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate, atte al drenaggio e smaltimento delle acque

meteoriche provenienti dall'intervento in oggetto relativo al sottobacino d'interesse.

Tale verifica è mirata a valutare che, in presenza di un evento con T 100, non si determinino esondazioni che arrechino danni a persone o a cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno.

La verifica viene svolta con le stesse procedure sopra descritte e utilizzate per il dimensionamento, utilizzando quindi il metodo di dettaglio.

Determinata la durata critica dell'evento che massimizza il Volume d'invaso necessario per la laminazione delle portate allo scarico prefissate e/o ammissibili dalla norma, si procede al calcolo dello ietogramma di progetto di tipo Chicago con TR =100 anni (con durata di pioggia pari alla durata critica sopra determinata, posizione del picco posta a 3/8 della durata dell'evento), alla determinazione dell'idrogramma di piena generato dal sottobacino e del conseguente volume di invaso con prefissata portata uscente, mediante l'utilizzo di codici di calcolo dedicati.

Per ciascun sottobacino di calcolo e relativo sistema di smaltimento indipendente, la verifica del grado di sicurezza delle opere come sopra dimensionate è ampiamente soddisfatta. Anche in presenza di un evento con T 100, non si determinano esondazioni che arrechino danni a persone o a cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno.

I sistemi di smaltimento e le opere inerenti il nuovo intervento non richiedono eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.

## **7 DIMENSIONAMENTO COLLETTORI**

### **7.1 DETERMINAZIONE DELLE MASSIME PORTATE DI PIOGGIA AFFLUENTI IN RETE**

Il calcolo delle portate di piena transitanti nelle tubazioni è stato effettuato utilizzando una metodologia speditiva.

Per ciascun sottobacino è stata determinata la portata massima con il metodo di dettaglio per l'evento di pioggia con Tr = 50 anni ed in base alla proposta del sistema di collettamento, invaso e smaltimento, sulla scorta degli elementi di captazione delle acque sulle superfici stradali e della porzione di coperture tributarie dei rispettivi collettori è stato determinato il carico massimo per i singoli tratti di tubazione di Progetto.

### **7.2 MODALITÀ DI DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI**

Il Progetto del sistema di smaltimento individua diametri - materiali e pendenze di posa, utilizzando i consueti algoritmi dell'idraulica a moto uniforme è stata determinata la portata dei vari tronchi di collettore

La verifica idraulica viene condotta, utilizzando la formula di Chézy per il moto uniforme di correnti a pelo libero:

$$v = c \cdot R^{1/2} \cdot i^{1/2}$$

ove:

- v: velocità media del fluido;
- c: coefficiente di conduttanza, secondo la formula monomia di Gauckler – Strickler:  $c = k_s \cdot R^{1/6}$ , essendo  $k_s$  pari a 80 per tubazioni plastiche, pari a 70 per tubazioni in cls.
- R: raggio idraulico definito come rapporto tra la superficie della sezione del flusso, A, ed il perimetro bagnato P;
- i: pendenza della condotta.

In base alla formula di Chezy, pertanto, la portata transitante in un condotto e il tirante con cui tale corrente transita sono legate univocamente.

Ai fini della verifica del condotto occorre che il tirante idrico relativo alla portata critica stimata in base al criterio di calcolo non superi, preferibilmente, l'80% dell'altezza del condotto.

Il dimensionamento è stato svolto per ciascun ramo di ogni sotto-rete indipendente e per ogni singolo sottobacino.

Gli elementi di calcolo, a regime uniforme ove significativi ed i risultati in forma tabellare sono riportati nell'elaborato di calcolo, mentre per i sistemi di collettamento per i quali è prevedibile il funzionamento in pressione si rimanda alla specifica modellazione idraulica allegata al progetto.

### 7.3 TUBAZIONI PVC

Il progetto d'invarianza idraulica prevede che le acque di pioggia provenienti dalle Opere di Urbanizzazione a corredo del Piano di Lottizzazione "Campagnoli" dell'Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2, ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente la via Mantova - Brodena, catastalmente identificato nel NCT al foglio 54, mappali 22, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93 e 23, vengano vettorate, invasate e laminate da un sistema di collettori che verrà realizzato mediante posa di Tubazioni in PVC SN 8 DE 250 - 315 - 355, da posizionarsi al di sotto dei nuovi piazzali - viabilità.

Trattasi di tubazione:

- a parete solida di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per scarichi e fognature non a pressione, per installazione interrati all'esterno della struttura dell'edificio;
- prodotti con policloruro di vinile in ragione superiore all'80% in massa, con la aggiunta di additivi di alta qualità in conformità allo standard UNI EN 1401;
- prodotti da azienda con sistema Qualità ISO 9001:2008 certificato da ente terzo accreditato e sono prodotti secondo la norma UNI EN 1401-1 con marchio di conformità rilasciato da un Organismo di certificazione di parte terza accreditato per il prodotto oggetto dell'appalto (certificazione di conformità di prodotto secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065/2012 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020/2012);
- colore dei tubi è rosso mattone RAL 8023 con marcatura stampata sul componente. I tubi possono essere forniti in barre di lunghezza 3 m / 6 m con bicchiere integrato;
- la cui posa è prevista con una pendenza di fondo regolare pari allo 0.5 0% circa.

CARATTERISTICHE DELLA MATERIA PRIMA		
Densità media	g/cm <sup>3</sup>	1,44 – 1,49
Modulo di elasticità	MPa	3000
Coefficiente di Poisson	-	0,4
Resistenza elettrica superficiale	Ω	> 10 <sup>12</sup>
Coefficiente di espansione termica lineare medio	mm/mK	0,06 - 0,08
Conducibilità termica	W/mK	≈ 0,15
Infiammabilità	-	Autoestinguento (classe 1)
Compatibilità chimica secondo UNI ISO/TR 7473		

## 8 NATURA DELLE ACQUE ALLO SCARICO

Circa la natura delle acque drenate dal sistema di collettamento e smaltite per infiltrazione dell'impianto proposto a corredo dalle Opere di Urbanizzazione del Piano di Lottizzazione "Campagnoli" dell'Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2 - ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente la via Mantova - Brodena, catastalmente identificato nel NCT al foglio 54, mappali 22, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93 e 23, pare opportuno precisare che trattasi di acque meteoriche afferenti alla rete di raccolta dei parcheggi, piazzali e viabilità pubblica, aree di manovra di nuova realizzazione al servizio dello comparto stesso e della collettività,

e pertanto provenienti da superfici non suscettibili di inquinamento, la cui qualità è compatibile con la tutela qualitativa delle falde, per le quali il R. R. n. 7/2017 - R.R. n. 8/2019, all'art. 11 comma 2 lettera c, punto 1, ne incentiva lo smaltimento mediante infiltrazione allo scopo di tendere alla restituzione delle stesse ai naturali processi di infiltrazione preesistenti all'intervento.

Per quanto afferisce alle Acque di prima pioggia e alle acque di lavaggio, la destinazione d'uso delle nuove Opere di Urbanizzazione consistenti :

- viabilità principale di via Mantova - Brodena e rotatoria,
- parcheggi pubblici,

non risultano soggette all'obbligo di separazione delle acque di prima pioggia, e comunque non è dato allo stato attuale avere maggiori informazioni.

Trattandosi del sistema di smaltimento delle acque meteoriche a corredo delle sole Opere di Urbanizzazione, la collocazione delle opere di drenaggio, infiltrazione e laminazione indicata porta ad escludere possibili interferenza con le fondazioni o anche i piani interrati degli edifici esistenti e/o di nuova costruzione; ciò nonostante, attesa la particolare delicatezza dei tali aspetti, pare opportuno che il progettista delle opere civili ed in particolare lo Strutturista delle opere in C.A. dei futuri edifici, individuino accorgimenti progettuali – costruttivi atti ad escludere tale evenienza per gli edifici limitrofi di futura nuova edificazione.

## 9 CONCLUSIONI

La presente relazione è relativa alla definizione degli interventi atti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica in ottemperanza ai disposti del Regolamento Regionale 23.11.2017 n. 7 , *"Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (legge per il governo del territorio)* e del Regolamento Regionale 19.04.2019 n. 8 , *"Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7"*, relativamente agli interventi previsti dalle Opere di Urbanizzazione a corredo del Piano di Lottizzazione "Campagnoli" dell' Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2, ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente la via Mantova - Brodena, catastalmente identificato nel NCT al foglio 54, mappali 22, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93 e 23 proposto dai sigg.i:

- Lorenzi Antonio e Giovanni S.S., con sede in via Napoleonica 27, 25018 Montichiari (Bs), C.F. 01660230986,
  - Rambaldini Loretta, con sede in via Pomaro 16, 25014 Gussago (Bs), C.F. RMBLTT67A53B157S,
  - SGH SRL, con sede in via Carpenedolo 90, 46049 Castiglione delle Stiviere (MN), CF 02685980209,
- in qualità di proprietari dell'immobile.

L'intervento di progetto si colloca nella parte est del comune di Lonato del Garda, nella porzione di territorio posta alle pendici orientali della dorsale morenica dominata dal monte Tiracollo e ricompresa dalla via Mantova - Brodena a nord, ed a est dalla via Mantova (strada provinciale Desenzano - Castiglione delle Stiviere), in un'area classificata da vigente P.G.T. come Ambito di trasformazione a destinazione commerciale/produttiva, confinante con viabilità pubblica a Nord, con aree a prevalente destinazione sportiva a sud, agricola produttiva ad est ed a ovest. Le aree di interesse del Piano di Lottizzazione "Campagnoli" sono inserite nell'Ambito di Trasformazione 12 - UMI2 del Comune di Lonato d/G, sulle quali è consentito l'insediamento di attività produttive non comprese nell'elenco delle industrie insalubri di prima classe, integrate da attività direzionali e commerciali complementari all'adiacente insediamento di grande distribuzione di vendita.

Gli interventi di Urbanizzazione oggetto del presente progetto d'invarianza prevedono la realizzazione di:

- Parcheggio pubblico: su porzione di area posta a sud della via Mantova - Brodena, immediatamente a est della nuova rotatoria di accesso al "Nuovo Insediamento Produttivo" sito in Località Campagnoli, rientrante

nell'Ambito di Trasformazione AdT 12 - UM 2, con viabilità - aree di manovra, verde profondo e parcheggi drenati, degradanti dalla quota di circa - 9.50 fino a raggiungere la quota maggiormente ribassata di - 11.03 in angolo Sud - Est.

- Strade e viabilità: con l'ammodernamento potenziamento della viabilità della via Mantova - Brodena esistente, la realizzazione di una nuova Rotonda e della nuova viabilità di penetrazione ed accesso sul lato Est del comparto.

La tipologia dell'intervento in oggetto rientra nella categoria delle Opere di Urbanizzazione descritte negli elaborati progettuali redatti dallo Studio di ARCHITETTURA SIGURTÀ relativi al Progetto "PIANO DI LOTTIZZAZIONE "CAMAPGNOLI" AdT 12 UMI 2 sito in Località Campagnoli redatto dagli Arch. Sara Sigurtà e dal Geom. Matteo Sigurtà.

L'intervento in esame apporta un significativo incremento della superficie impermeabile, trova quindi applicazione l'art. 3, comma 4, del R.R. n. 7/2017 e R.R. n. 8/2019, che prevede che, la riduzione della permeabilità del suolo, anche per le porzioni già oggetto di trasformazione (via Mantova Brodena), vada calcolata facendo riferimento alla permeabilità naturale originaria del sito, ovvero alla condizione preesistente all'urbanizzazione, sia in caso di intervento sul suolo libero, sia in caso d'intervento su suolo già trasformato. Per tutte le aree interessate dalle Opere di Urbanizzazione ed oggetto di trasformazione, per le viabilità oggetto di riqualificazione/potenziamento, la nuova viabilità di penetrazione, il parcheggio pubblico quindi, il progetto prevede la realizzazione di idonee linee di raccolta delle acque meteoriche unitamente ai collettori principali ed al sistema di modulazione delle portate e smaltimento per infiltrazione.

Non è previsto alcun scarico verso il collettore Sud del Centro Commerciale "Il Leone".

L'intervento di progetto è sito in comune di Lonato del Garda, al quale è stato assegnato un livello di Media Criticità essendo incluso nella perimetrazione "B" dell'Allegato C del R.R.7/2017; tuttavia, trattandosi di intervento derivante da Ambito di Trasformazione previsto dal PGT, ai sensi dell'art. 7 comma 5 del suddetto R.R., i parametri da utilizzare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica sono quelli della classe di criticità superiore, cioè "A - Alta Criticità". Inoltre, ai sensi dell'art. 9 del R. Regionale inerente la classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo, presenta un grado di impermeabilizzazione del 84,04 %, che pertanto, in relazione ai parametri indicati dalla tabella 1 allegata al citato articolo, rientra nella Classe di intervento "3" ad Impermeabilizzazione potenziale alta.

Nella presente relazione di progetto si sono analizzate le caratteristiche del sito e dimensionate le opere necessarie per garantire il rispetto, da parte del nuovo intervento edilizio, delle prescrizioni del Regolamento sull'invarianza idraulica; essa è stata redatta in conformità ai disposti dell'art. 10 R. R. n. 7/2017 così come modificato ed integrato dal R.R. n. 8/2019, vi sono contenuti e sviluppati tutti i punti previsti, con riferimento ai sistemi di collettamento- - laminazione - smaltimento scarico per infiltrazione individuati.

Le informazioni necessarie alla redazione del presente progetto preliminare di invarianza sono desunte dalla Relazione Idrogeologica "Studio di permeabilità dei terreni per il predimensionamento del sistema di smaltimento delle acque piovane lungo l'asse viario di via Croce di Venzago (via Mantova) nell'ambito dell'AdT 12" riguardante il sito d'interesse, redatta in data 22/06/2013, a firma del Dott. Geol. Damiano Scalvini, n. 1168 Ordine dei Geologi della Lombardia, nella quale vengono individuati valori di permeabilità medi con buone capacità di drenaggio tali da consentire la possibilità di smaltimento di parte delle acque meteoriche per infiltrazione nel sottosuolo, attraverso la metodologia a "Pozzo perdente".

Il sistema di smaltimento individuato per le **Opere di Urbanizzazione a corredo del Piano di Lottizzazione "Campagnoli" dell' Ambito di Trasformazione 12 – UMI 2**, prevede la realizzazione di sotto-reti indipendenti a servizio dei singoli sottobacini, costituite da collettori realizzati mediante posa di Tubazioni in PVC SN 8 De 250 - 315 - 355 SDR 34 collegati ad impianti di smaltimento per infiltrazione delle

acque nel sottosuolo costituiti da Pozzi perdenti isolati od in Batteria.

Il calcolo del sistema di infiltrazione delle portate meteoriche nel suolo è stato all'interno della presente relazione sviluppato sulla base di alcune ipotesi progettuali di seguito riassunte in sintesi:

- Si prevede, per ciascun sottobacino, l'accumulo e lo smaltimento delle acque meteoriche mediante dispositivi di dispersione costituiti da batterie di pozzi perdenti / pozzi perdenti isolati, opportunamente dimensionamenti e localizzati all'interno dei sottobacini di appartenenza, circondati / colmati da uno strato di materiale inerte naturale drenante ad elevata permeabilità (porosità > 0.33).
- Non si prevede la possibilità di scarico diretto delle acque di troppo pieno provenienti dalle nuove opere di Urbanizzazione e accessori verso il reticolo superficiale o verso la rete fognaria comunale.
- Ai fini dell'invaso delle acque meteoriche eccedenti la capacità di infiltrazione dei dispositivi previsti a progetto, per la modulazione delle portate entranti con quello allo scarico per infiltrazione, si è considerato il volume del pozzo/i perdente, quello dello strato drenante previsto intorno ai manufatti opportunamente ridotto del 10%, (in osservanza all'art. 11 comma 2 lettera e) punto 4bis), e la capacità di invasore nella rete. In prima analisi si è trascurata la capacità di invasore delle acque per la quota parte che tende ad accumularsi in superficie in quelli che comunemente vengono definiti "piccoli invasi": tale accumulo viene usualmente quantificato in 0.004 – 0.006 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> delle superfici piane.
- Si è previsto che, alla fine dell'evento meteorico di dimensionamento (Tr=50 anni), tutte le acque meteoriche defluite in superficie provenienti dall'intervento di nuova edificazione - opere di urbanizzazione ed accessori e non mandate a dispersione durante l'evento siano stoccate all'interno dei dispositivi di dispersione medesimi. L'accumulo delle acque meteoriche in aree opportunamente ribassate rispetto a p.c., non viene, nello specifico, utilizzato.

Il dimensionamento così condotto, con smaltimento completo mediante laminazione e scarico per sola infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo mediante pozzi perdenti:

- poiché in assenza di effetti dell'apporto di nuove acque meteoriche nei sistemi di drenaggio nelle aree urbane o extraurbane, di pianura o di collina, e della dipendenza di tali effetti dalle caratteristiche del ricettore finale, in termini di capacità idraulica dei tratti soggetti ad incremento di portata e dei tratti a valle, non richiede l'osservanza dell'art. 8 del R. R. n. 7/2017 e R.R. 8/2019;
- soddisfa, in termini di Volume di invasore i "Requisiti minimi delle misure d'invarianza idraulica e idrologica" previsti dall'art. 12 comma 3 del R.R. 7/2017 e dal R.R. 8/2019 ( $V_{\text{laminazione}} = 585,01 \text{ m}^3 > V_{\text{min}} = 561,54 \text{ m}^3$ );
- soddisfa, in termini di tempo di svuotamento degli volumi di laminazione, quanto previsto dall'art. 11 comma 2, lettera f, punto 1 - 2, del R.R. 7/2017 come modificato ed integrato dal R.R. 8/2019 ( $T_{\text{svuot.}} = 50 \text{ anni} < 48 \text{ ore}$  per ciascun sistema di invasore);
- ottimizza il sistema di smaltimento ed infiltrazione delle acque di natura meteorica per gli eventi di progetto (Tr=50 - 100 anni).

Rezzato (Bs), Febbraio 2023

Il Professionista

Dott. Ing. Giuseppe Negrinelli