



Comune di Lograto

Provincia di Brescia

DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Regolamento Regione Lombardia 23/11/2017 n. 7 e s.m.i.

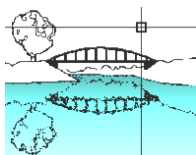
RELAZIONE TECNICA

Dott. ing. Claudio Granuzzo

SePrAm S.r.l. - Servizi Progettazione Ambiente

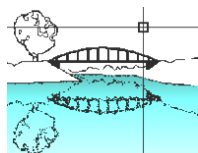
Via C. Biseo 26 25128 Brescia

Brescia, settembre 2019

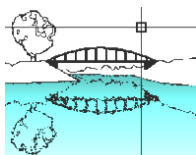


SOMMARIO

PREMESSA	4
OBIETTIVI DEL R.R. 23/11/17 n. 7 e s.m.i.	4
DEFINIZIONI	5
CONTENUTI DEL DOCUMENTO	5
VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO PER I PROGETTI DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA	8
CLASSE DI CRITICITA' IDRAULICA COMUNALE (Allegato C - R.R.7 e s.m.i.)	8
PORTATA MASSIMA DI SCARICO DA CONSIDERARE PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE	8
DEFINIZIONE DELL'EVENTO METEORICO DI RIFERIMENTO PER I TEMPI DI RITORNO 10, 50 E 100 ANNI	9
LEGGE DI PIOGGIA DI PROGETTO	9
INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI CHE RICEVONO E SMALTISCONO LE ACQUE METEORICHE DI	
DILAVAMENTO.....	15
CARATTERISTICHE DEL SUOLO E DEL SOTTOSUOLO COMUNALE	16
CARATTERI geologici e geomORFOLOGICI.....	16
CARATTERI GEOfecnici	18
sistema idrografico	19
caratteri idrogeologici	21
DELIMITAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD ALLAGAMENTO PER EFFETTO DELLA CONFORMAZIONE	
MORFOLOGICA DEL TERRITORIO E/O PER INSUFFICIENZA DELLA RETE FOGNARIA.....	23
CRITICITA' IDRAULICHE DERIVANTI DALLA MORFOLOGIA DEL TERRITORIO	23
CRITICITA' IDRAULICHE DERIVANTI DA INSUFFICIENZE DELLA RETE FOGNARIA	24
CRITICITA' IDRAULICHE DERIVANTI DA INSUFFICIENZE DEL RETICOLO IDRICO MINORE.....	25
MAPPATURA DELLE AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO COME INDICATE NELLA	
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT E NELLE MAPPE DEL PIANO DI	
GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI	26
MODELLAZIONE IDRODINAMICA DEL TERRITORIO COMUNALE CON IL CALCOLO DEI CORRISPONDENTI	
DEFLUSSI METEORICI, IN TERMINI DI VOLUMI E PORTATE	28
CALCOLO DELLE AREE IMPERMEABILI DA ATTRIBUIRE AI RICETTORI	30
CALCOLO DELLE PORTATE DI COLMO AFFLUENTI AI RICETTORI	32



RISCHIO IDRAULICO	47
PERICOLOSITA' IDRAULICA	48
vulnerabilita'	48
CLASSIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI A RISCHIO E ATTRIBUZIONE DEL RELATIVO PESO (DPCM n.180)	49
DANNO	49
MITIGAZIONE DEL RISCHIO ASSOCIATO AL VERIFICARSI DEI FENOMENI DI PIENA	50
PROVVEDIMENTI STRUTTURALI	50
PROVVEDIMENTI NON STRUTTURALI.....	51
INDIVIDUAZIONE DELLE AREE AD ALTO RISCHIO IDRAULICO	52
INTERVENTI STRUTTURALI.....	54
INTERVENTI STRUTTURALI PUBBLICI: NUOVI TRATTI FOGNATURA	54
INTERVENTI STRUTTURALI PUBBLICI: MANTO STRADALE drenante.....	55
VOLUME LAMINATO ED EFFETTI SUGLI OBIETTIVI DEL R.R.7.....	56
PRIORITA' DI INTERVENTO	63
INTERVENTI STRUTTURALI PUBBLICI: trincea di infiltrazione.....	64
INTERVENTI STRUTTURALI PRIVATI	65
MISURE NON STRUTTURALI	66



PREMESSA

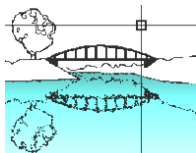
Il presente documento si è reso necessario a seguito dell'entrata in vigore del Regolamento della Regione Lombardia 23/11/2017 n. 7 con pubblicazione sul BURL in data 27/11/2017 e delle s.m.i. apportate dal Regolamento Regionale 19/04/2019 - n. 8 pubblicato sul BURL il 24/4/2019.

In particolare l'Art. 14 (*Modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica*) prevede che:

*1. I comuni ricadenti nelle aree ad alta e media criticità idraulica, di cui all'articolo 7, **sono tenuti a redigere lo studio comunale di gestione del rischio idraulico** di cui al comma 7, ad approvarlo con atto del consiglio comunale e ad adeguare, di conseguenza, il PGT entro i termini di cui al comma 5. Tali comuni, nelle more della redazione di tale studio comunale di gestione del rischio idraulico, **redigono il documento semplificato del rischio idraulico comunale, con i contenuti di cui al comma 8**, e lo approvano con atto del consiglio comunale. È facoltà dei comuni redigere unicamente lo studio comunale di gestione del rischio idraulico qualora lo stesso sia redatto entro il termine indicato al comma 4 per il documento semplificato.*

OBIETTIVI DEL R.R. 23/11/17 N. 7 E S.M.I.

Al fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo, riequilibrare progressivamente il regime idrologico e idraulico naturale, conseguire la riduzione quantitativa dei deflussi, l'attenuazione del rilascio idraulico e la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche non suscettibili di inquinamento, il **Regolamento Regionale 23/11/2017 n. 7 (nel proseguo RR7) e le s.m.i.** definiscono, in attuazione dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio), criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica, che devono essere anche utilizzati dai regolamenti edilizi comunali per disciplinare le modalità per il conseguimento dei principi stessi, e specifica, altresì, gli interventi ai quali applicare tale disciplina ai sensi dell'articolo 58 bis, comma 2, della stessa l.r. 12/2005.



DEFINIZIONI

Per l'applicazione del RR7 e s.m.i. valgono le seguenti definizioni:

- 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.

CONTENUTI DEL DOCUMENTO

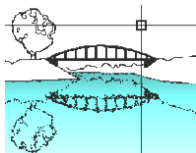
L'art. 14 comma 8 del RR7 e s.m.i. definisce i contenuti del documento semplificato del rischio idraulico comunale:

8. Il documento semplificato del rischio idraulico comunale contiene la determinazione semplificata delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali. In particolare:

a) *il documento semplificato contiene:*

- 1. la delimitazione delle aree ~~a rischio idraulico~~ a pericolosità idraulica del territorio comunale, di cui al comma 7, lettera a), numeri 3 e 4, definibili in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato;*
- 2. l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio che per gli ambiti di nuova trasformazione, e l'individuazione delle aree da riservare per le stesse;*
- 3. l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quale l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, nonché delle misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale;*

3 bis. l'individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree



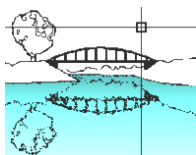
caratterizzate da falda subaffiorante, aree con terreni a bassa permeabilità, zone instabili o potenzialmente instabili, zone suscettibili alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini, aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera, aree con terreni contaminati;

- b) le misure strutturali di cui alla lettera a), numero 2, sono individuate dal comune con l'eventuale collaborazione del gestore del servizio idrico integrato;*
- c) le misure non strutturali di cui alla lettera a), numero 3, sono individuate dal comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale.*

Nel presente studio si è quindi seguita la seguente traccia metodologica:

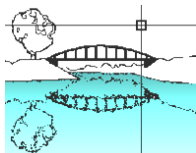
FASE 1

1. Raccolta degli elementi cartografici relativi ai **RICETTORI** delle acque meteoriche. In particolare:
 - a. Rete fognature bianche o unitarie;
 - b. Reticolo idrico minore, principale e di bonifica.
2. Raccolta degli elementi cartografici relativi alla natura e caratteristiche del **SOTTOSUOLO** con particolare riguardo alla permeabilità e alla soggiacenza della falda acquifera.
3. Raccolta degli elementi cartografici relativi all'**USO DEL SUOLO** per la corretta applicazione dei coefficienti di deflusso:
 - a. DBT Regionale
4. Raccolta della documentazione storica relativa ad aree a rischio idraulico
5. Analisi della Mappa del Rischio integrato del Programma Regionale Integrato di Mitigazione dei Rischi – PRIM
6. Analisi del **Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)**, strumento operativo che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali
7. Analisi del Piano di emergenza del Comune di Lograto.



FASE 2

1. Definizione dell'evento meteorico di riferimento per tempi di ritorno di 50 e 100 anni
2. Individuazione dei ricettori che ricevono e smaltiscono le acque meteoriche di dilavamento, siano essi corpi idrici superficiali naturali o artificiali, quali laghi e corsi d'acqua naturali o artificiali, o reti fognarie, indicandone i rispettivi gestori
3. Delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza delle rete fognaria.
4. Modellazione idrodinamica del territorio comunale con il calcolo dei corrispondenti deflussi meteorici, in termini di volumi e portate, per gli eventi meteorici di riferimento di cui al numero 1 mediante le seguenti fasi:
 - a. Digitalizzazione della rete fognaria bianca e mista
 - b. Digitalizzazione del reticolo idrico
 - c. Digitalizzazione delle aree colanti dei singoli tratti di rete fognaria e reticolo idrico
 - d. Calcolo delle aree impermeabili da attribuire a ciascun tratto ricettore
 - e. Calcolo delle portate di colmo generate da ciascuna area colante recapitanti nei tratti ricettori
5. Mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (pericolosità idraulica) come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica dei PGT e nelle mappe del piano di gestione del rischio di alluvioni
6. Indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali, quali vasche di laminazione con o senza disperdimento in falda
7. Indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quali:
 - a. L'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente
 - b. La definizione di una corretta gestione delle aree agricole per l'ottimizzazione della capacità di trattenuta delle acque da parte del terreno
 - c. Altre misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali misure di protezione civile, difese passive attivabili in tempo reale
8. Individuazione delle aree da riservare per l'attuazione delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica.



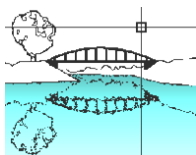
VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO PER I PROGETTI DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

CLASSE DI CRITICITA' IDRAULICA COMUNALE (Allegato C - R.R.7 e s.m.i.)

Il Comune di Lograto, nell'allegato C del Regolamento, risulta inserito in area **A - ALTA CRITICITA' IDRAULICA**.

PORTATA MASSIMA DI SCARICO DA CONSIDERARE PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE

Per il dimensionamento delle opere di invarianza idrologica e idraulica, con riferimento all'art. 8 del Regolamento, nei progetti di invarianza idraulica ed idrologica deve essere considerata una portata massima meteorica scaricabile nei ricettori di **10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile** dell'intervento.

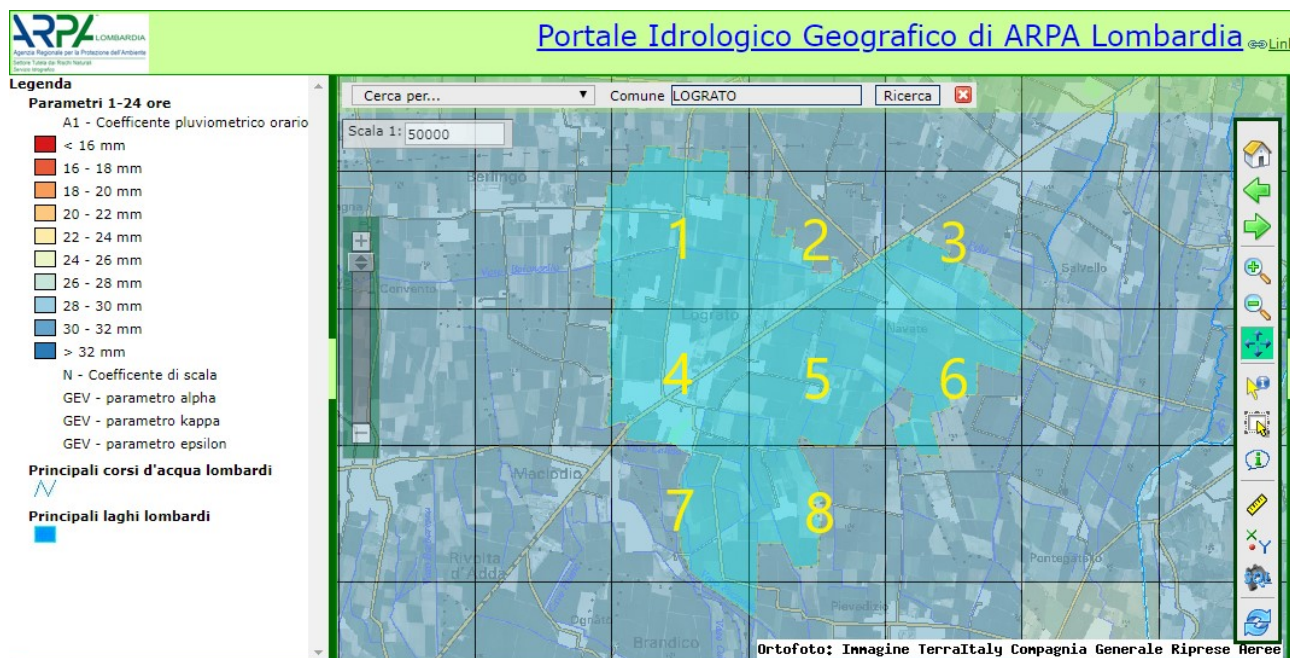


DEFINIZIONE DELL'EVENTO METEORICO DI RIFERIMENTO PER I TEMPI DI RITORNO 10, 50 E 100 ANNI

LEGGE DI PIOGGIA DI PROGETTO

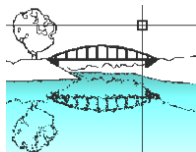
ARPA Lombardia ha svolto le attività progettuali di aggiornamento della descrizione statistica delle precipitazioni intense usufruendo della presenza di una base di dati strumentali già consolidata, costituita dalle osservazioni delle piogge massime annue di fissata durata di 1, 2, 3, 6, 12 e 24 ore per 105 stazioni meccaniche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, già utilizzate per lo sviluppo di un'attività di caratterizzazione statistica del territorio regionale mediante un modello scala-invariante secondo la distribuzione probabilistica GEV (Generalized Extreme Value), che ha prodotto la parametrizzazione delle LSPP su 69 punti strumentati e da questi su tutto il territorio regionale tramite tecniche di estrapolazione geo statistica; questo servizio è attualmente operativo e accessibile su piattaforma web-gis sul sito web istituzionale di ARPA (<http://idro.arpalombardia.it>).

Il territorio di Lograto è suddiviso in 8 settori quadrati con diversi coefficienti pluviometrici orari e coefficienti di scala.

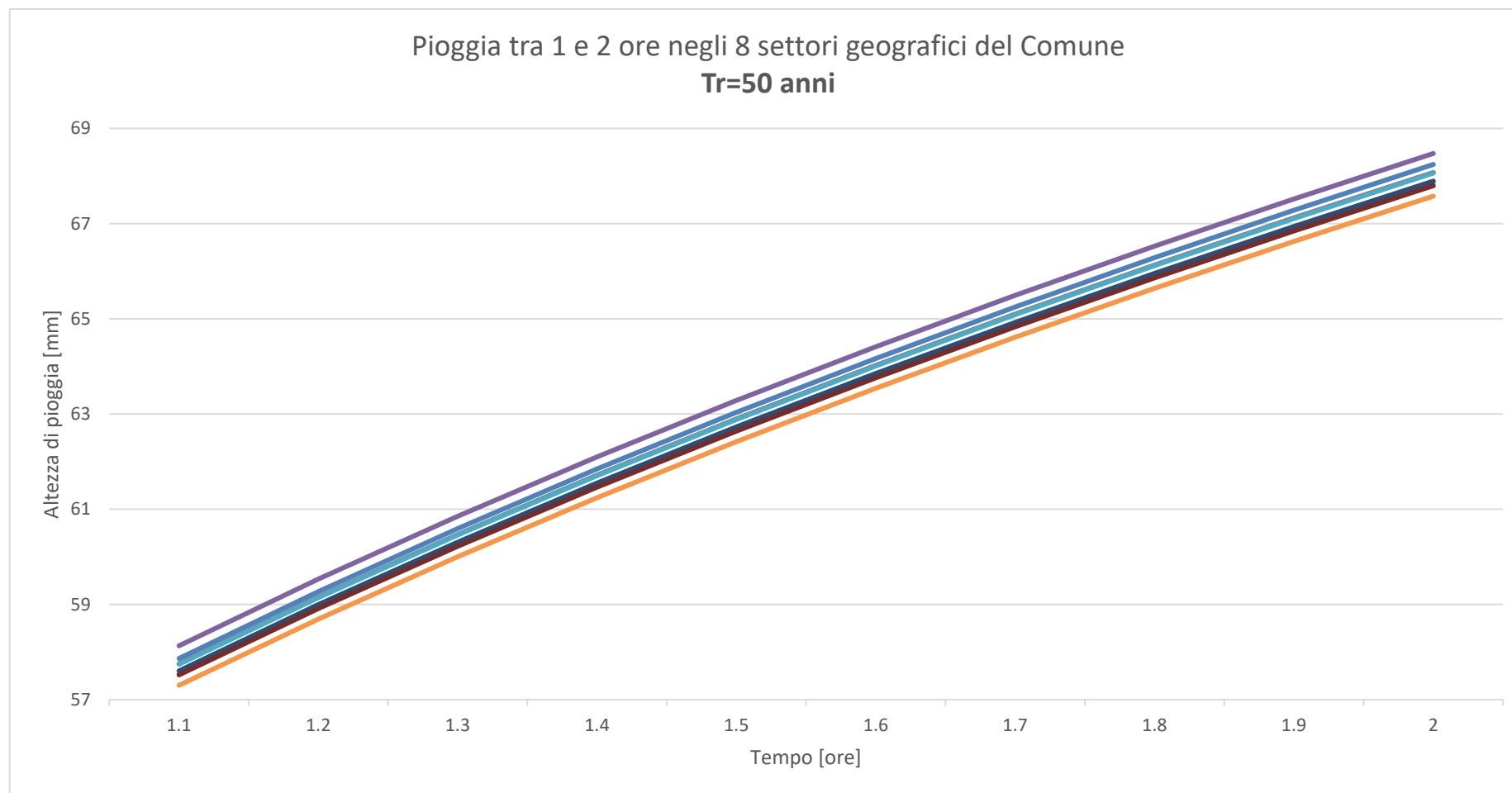
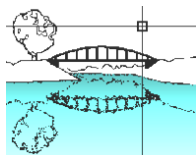


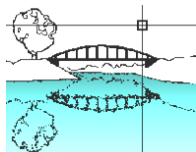
Il Comune di Lograto nel portale idrologico geografico di ARPA Lombardia – Suddivisione in 8 settori

Dalla consultazione del servizio si sono ricavate le seguenti leggi di pioggia relative al territorio comunale.

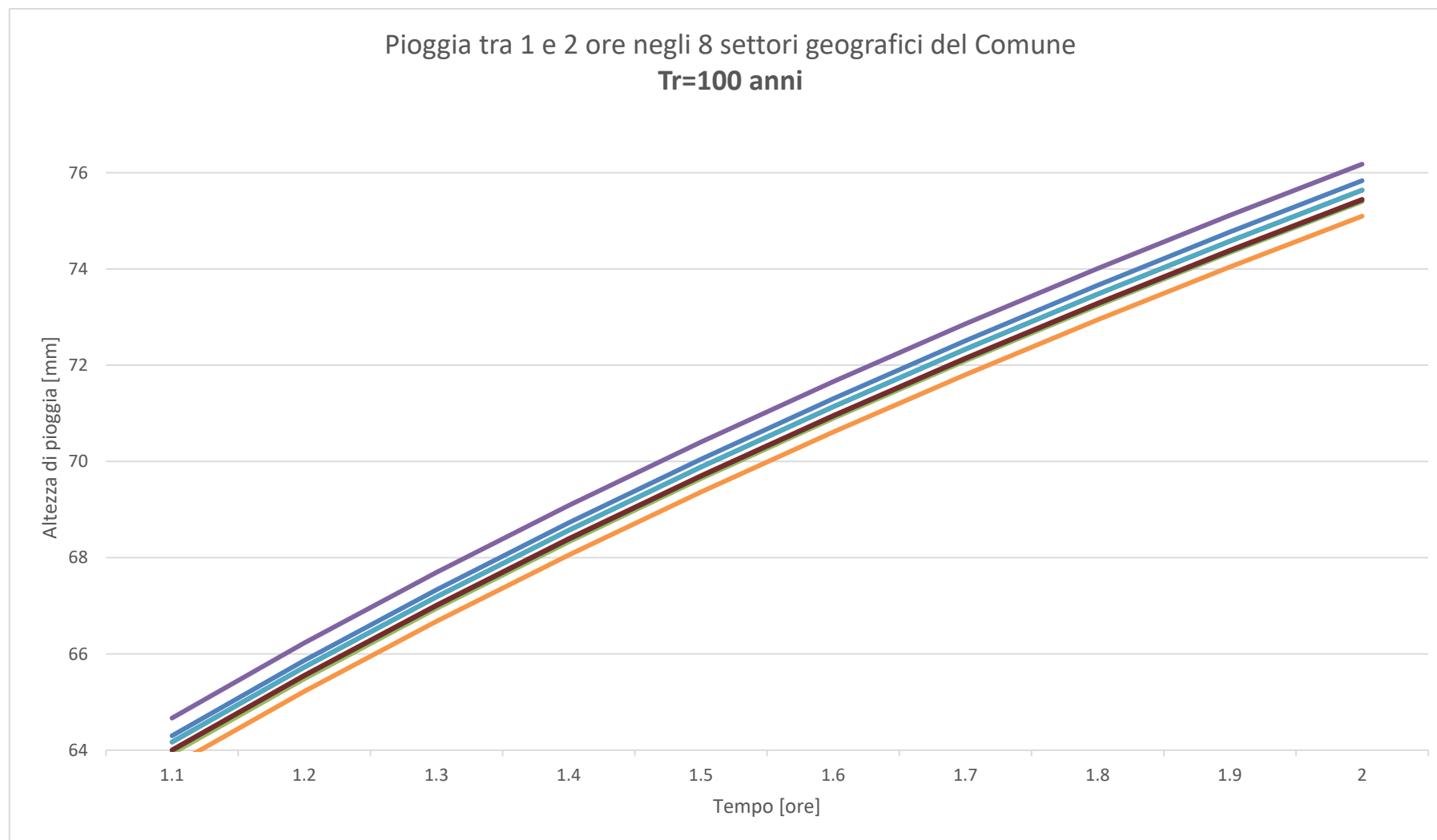
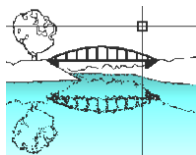


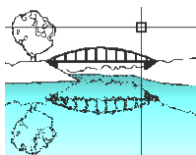
	SETTORI DI SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	28.310	28.290	28.210	28.370	28.260	28.080	28.230	28.110
N - Coefficiente di scala	0.276	0.275	0.276	0.274	0.275	0.276	0.275	0.275
GEV - parametro alpha	0.282	0.282	0.280	0.281	0.281	0.281	0.281	0.280
GEV - parametro kappa	-0.028	-0.027	-0.029	-0.031	-0.029	-0.028	-0.028	-0.033
GEV - parametro epsilon	0.829	0.830	0.830	0.828	0.829	0.830	0.830	0.829
	LEGGE DI PIOGGIA $h=a \cdot t^n$ CON $Tr=50$ anni							
a	56.36	56.26	56.04	56.63	56.25	55.81	56.11	56.03
n [t=1-24 ore]	0.276	0.275	0.276	0.274	0.275	0.276	0.275	0.275
n [t<1 ora]	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434
t [ore]	h altezza di pioggia con t=1-2 ore							
1.1	57.86	57.75	57.53	58.13	57.74	57.30	57.60	57.52
1.2	59.27	59.15	58.93	59.53	59.14	58.69	58.99	58.91
1.3	60.59	60.47	60.25	60.85	60.46	60.00	60.31	60.22
1.4	61.84	61.71	61.49	62.10	61.70	61.24	61.55	61.46
1.5	63.03	62.90	62.68	63.28	62.89	62.42	62.73	62.64
1.6	64.17	64.02	63.80	64.41	64.01	63.54	63.85	63.76
1.7	65.25	65.10	64.88	65.49	65.09	64.61	64.93	64.83
1.8	66.29	66.13	65.91	66.53	66.12	65.64	65.95	65.86
1.9	67.28	67.12	66.90	67.52	67.11	66.63	66.94	66.85
2	68.24	68.07	67.86	68.47	68.06	67.58	67.89	67.80





	SETTORI DI SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	28.310	28.290	28.210	28.370	28.260	28.080	28.230	28.110
N - Coefficiente di scala	0.276	0.275	0.276	0.274	0.275	0.276	0.275	0.275
GEV - parametro alpha	0.282	0.282	0.280	0.281	0.281	0.281	0.281	0.280
GEV - parametro kappa	-0.028	-0.027	-0.029	-0.031	-0.029	-0.028	-0.028	-0.033
GEV - parametro epsilon	0.829	0.830	0.830	0.828	0.829	0.830	0.830	0.829
LEGGE DI PIOGGIA $h=a \cdot t^n$ CON $Tr=100$ anni								
a	62.63	62.51	62.27	63	62.51	62.02	62.34	62.35
n [t=1-24 ore]	0.276	0.275	0.276	0.274	0.275	0.276	0.275	0.275
n [t<1 ora]	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434	0.434
t [ore]	h altezza di pioggia con t=1-2 ore							
1.1	64.30	64.17	63.93	64.67	64.17	63.67	64.00	64.01
1.2	65.86	65.72	65.48	66.23	65.72	65.22	65.55	65.56
1.3	67.33	67.19	66.95	67.70	67.19	66.68	67.00	67.01
1.4	68.72	68.57	68.33	69.08	68.57	68.06	68.38	68.39
1.5	70.05	69.88	69.64	70.40	69.88	69.36	69.69	69.70
1.6	71.30	71.13	70.90	71.66	71.13	70.61	70.94	70.95
1.7	72.51	72.33	72.09	72.86	72.33	71.80	72.13	72.15
1.8	73.66	73.48	73.24	74.01	73.48	72.94	73.28	73.29
1.9	74.77	74.58	74.34	75.11	74.58	74.04	74.37	74.39
2	75.83	75.64	75.40	76.18	75.64	75.10	75.43	75.44





Tra le diverse curve di possibilità pluviometrica, a favore di sicurezza, si propone di utilizzare per l'intero territorio comunale quelle che generano i maggiori volumi d'acqua, cioè quelle del settore 4 (evidenziate in rosso nelle tabelle precedenti). Di questo settore verrà identificata anche la curva pluviometrica con tempo di ritorno di 10 anni:

Tr=10 anni	$h = 42.11 T^{0.274}$	per piogge comprese tra 1 e 24 ore
Tr=50 anni	$h = 56.63 T^{0.274}$	per piogge comprese tra 1 e 24 ore
Tr=100 anni	$h = 63.00 T^{0.274}$	per piogge comprese tra 1 e 24 ore

Per aree ridotte con tempi di corrivazione inferiori all'ora, come si verifica per le fognature urbane, appare opportuno utilizzare una curva (legge di pioggia) rappresentativa delle piogge inferiori all'ora.

Bell dalla osservazione di dati di pioggia di brevissima durata è pervenuto ad una formula che consente di stimare le altezze massime di precipitazione di durata inferiore all'ora e di dato tempo di ritorno.

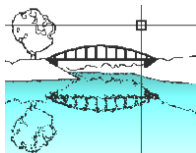
La formula di Bell è la seguente:

$$h_-(d, T)/h_{60, T} = 0.54d^{0.25} - 0.5$$

Con essa è possibile calcolare la pioggia di durata $d < 60$ minuti e tempo di ritorno T in funzione del valore $h_{60, T}$ fornito dalla la curva di possibilità pluviometrica relativa allo stesso tempo di ritorno per piogge superiori all'ora. (La durata d che compare nella formula di Bell è espressa in minuti).

Dalla interpolazione dei valori di pioggia inferiori all'ora si ricavano le seguenti leggi di pioggia:

Tr=10 anni	$h = 42.11 T^{0.434}$	Per piogge inferiori a 1 ora
Tr=50 anni	$h = 56.63 T^{0.434}$	Per piogge inferiori a 1 ora
Tr=100 anni	$h = 63.00 T^{0.434}$	Per piogge inferiori a 1 ora



INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI CHE RICEVONO E SMALTISCONO LE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO

Nelle tavole grafiche allegate sono identificati i ricettori delle acque meteoriche di dilavamento suddivisi in:

- 1) Fognature bianche che scaricano direttamente nei corsi d'acqua superficiali appartenenti al Reticolo Idrico Minore
- 2) Fognature miste che, tramite sfioratori di piena, scaricano anch'esse nel Reticolo Idrico Minore
- 3) Reticolo Idrico Minore

I gestori dei ricettori sono:

- 1) Fognature bianche: Comune di Lograto
- 2) Fognature miste: Acque Bresciane S.r.l.
- 3) Reticolo Idrico Minore: Comune di Lograto e tre Consorzi di Bonifica

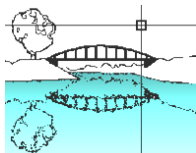
In particolare appartengono: al reticolo idrico di competenza del Consorzio di Bonifica n. 9 "*Sinistra Oglio*" la Roggia Travagliata-(Castrina) e il Vaso Baioncello (di Lograto); al reticolo idrico di competenza del Consorzio di Bonifica n. 10 "*Mella e dei fontanili*" il Vaso Gattinardo.

Appartengono invece al reticolo idrico di competenza del Consorzio di Bonifica "*Biscia Chiodo-Prandona*":

- Seriola (Vaso) Adacquadora;
- Vaso Pozzo Navate;
- Vaso Pozzo Torbole;
- Seriola Molina;
- Roggia Bellettina;
- Vaso Pozzo Malcopia;
- Vaso Pozzo Tesa - Calina Alta;
- Vaso Caisi;
- Vaso Ariazzolo.

I suddetti Consorzi di Bonifica sono stati accorpati nel Consorzio di Bonifica "*Oglio-Mella*".

Si precisa che nella modellazione dei corsi d'acqua ricettori viene trascurata la portata affluente dai bacini a monte del territorio comunale in oggetto. Assumendo questa semplificazione, le portate in essi transiti derivano esclusivamente dal territorio urbanizzato di Lograto e potrebbero risultare perciò notevolmente ridotte.



CARATTERISTICHE DEL SUOLO E DEL SOTTOSUOLO COMUNALE

Si riportano di seguito alcuni estratti utili al presente studio tratti dallo Studio Geologico del Piano di Governo del Territorio redatta dallo Studio Geologia Ambiente.

CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Il comune di Lograto è inserito nel settore della pianura bresciana centrale ed occupa una superficie di 12,06 km². Il territorio comunale presenta una morfologia globalmente pianeggiante, caratterizzata da un profilo altimetrico regolarmente digradante da nord-ovest, dove è situata la quota massima pari a 122.3 m s.l.m., verso sud-est. La quota minima, pari a 101 m s.l.m., è ubicata poco a sud di Cascina Valabbio. **La rete idrografica è caratterizzata da una serie di vasi e seriole da cui si diparte un fitto reticolo di fossi irrigui.**

Il territorio di Lograto è ubicato in corrispondenza della zona di transizione dall'alta alla media pianura bresciana, transizione che si verifica grosso modo in corrispondenza della strada provinciale 235.

L'alta pianura bresciana è costituita da ampie conoidi ghiaioso-sabbiose a morfologia subpianeggiante o leggermente convessa. Si tratta di superfici formatesi per colmamento alluvionale durante l'ultima glaciazione da parte dei torrenti alimentati dalle acque di fusione del ghiacciaio sebino.

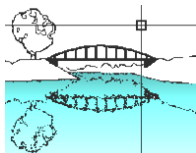
La media pianura è caratterizzata da alluvioni fluvioglaciali e fluviali sabbioso-ghiaiose e sabbiose con intercalazioni limose ed argillose.

Il passaggio dall'alta alla media pianura non è netto per la presenza di lenti e digitazioni di depositi grossolani, allungate soprattutto in corrispondenza delle antiche linee di flusso che si estendono verso sud; tuttavia tale passaggio risulta evidente dall'analisi delle stratigrafie dei pozzi. **La transizione alla media pianura è segnata dalla comparsa dei primi fontanili.** Dal punto di vista morfologico, mentre l'alta pianura è sostanzialmente piatta (seppur con deboli ondulazioni), la media pianura è caratterizzata da alcune deboli depressioni allungate, prodotte dall'azione erosiva delle acque delle risorgive che in passato emergevano abbondanti, creando zone paludose.

L'alta e la media pianura corrispondono a due unità litologico-morfologiche che sono qui di seguito descritte. All'interno delle due unità sono state distinte, su base morfologica e pedologica, alcune sottounità.

Alta pianura fluvioglaciale: depositi fluvioglaciali prevalentemente ghiaiososabbiosi con livelli ciottolosi ed orizzonti più o meno cementati.

In particolare si tratta di alluvioni fluvio-glaciali rappresentate da ghiaie poligeniche e sabbie grossolane con ciottoli. Sono presenti lenti di sabbie o di limi sabbiosi. La granulometria dei depositi diminuisce



gradualmente da NW verso SE. Tutta la porzione settentrionale del territorio comunale è caratterizzata da questa unità litologica, in quanto costituisce la propaggine meridionale dell'ampia piana fluvioglaciale prodotta dagli scaricatori dell'anfiteatro morenico sebino. La morfologia che contraddistingue quest'area è legata all'ambiente deposizionale che ha originato questi depositi. Si tratta, infatti, di un ripiano debolmente immergente verso sud-est, caratterizzato da una piatta monotonia. Sono tuttavia presenti deboli ondulazioni, individuabili soprattutto dall'esame delle fotografie aeree, che costituiscono le tracce di un antico sistema fluviale a canali intrecciati (braided). La piana era infatti occupata, nel tardo Pleistocene, da corsi d'acqua ad alta energia di tipo torrentizio. I canali abbandonati sono distinguibili dalle barre ad essi interposte per la presenza di abbondante matrice limosa e argillosa, assente nelle barre dove le sabbie e le ghiaie costituiscono la componente nettamente dominante.

Queste ondulazioni sono presenti soprattutto nella porzione settentrionale del territorio comunale, mentre la fascia centrale, sulla quale si è sviluppato l'abitato di Lograto, si presenta piana e priva di evidenze morfologiche. Essa rappresenta, sia litologicamente che morfologicamente, la zona di transizione dall'alta alla media pianura.

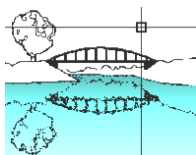
Le caratteristiche dei suoli presenti nel settore settentrionale del territorio comunale sono in generale poco diversificate; la copertura pedologica si presenta moderatamente profonda (50 - 100 cm) o profonda (100 - 150 cm) e manifesta un drenaggio da buono a rapido.

Media pianura fluvioglaciale e fluviale: depositi fluvioglaciali e fluviali prevalentemente sabbioso-ghiaiosi con intercalazioni sabbioso-limose e limosoargillose

Appena a valle della strada provinciale 235, lungo una fascia avente direzione NE-SW, si verifica il passaggio dai depositi fluvioglaciali prevalentemente grossolani tipici dell'alta pianura alle alluvioni fluvioglaciali e fluviali sabbioso-ghiaiose e sabbiose con intercalazioni limose ed argillose, caratteristiche della media pianura.

Come già detto, il passaggio da un'unità all'altra non è netto a causa della presenza di lenti e digitazioni di depositi grossolani, allungate soprattutto in corrispondenza delle antiche linee di flusso, che si estendono verso sud. **Il passaggio dall'alta alla media pianura è indicato dalla comparsa dei primi fontanili. La fascia dei fontanili attraversa attualmente il territorio comunale di Lograto con direzione all'incirca NE-SW, in corrispondenza delle sue propaggini meridionali.**

Il valore stratigrafico della linea delle risorgive, che separa l'alta dalla media pianura, è tuttora in discussione; secondo alcuni autori, infatti, il passaggio dall'alta alla media pianura sarebbe testimoniato anche da una diversa età e, quindi, da una diversa fase deposizionale dei materiali che caratterizzano le due zone. Secondo altri, tra cui i redattori della "Carta geologica delle Prealpi bresciane a sud dell'Adamello" (1972), dell'Istituto di Geologia dell'Università di Pavia, il passaggio sarebbe solamente una variazione



granulometrica dei materiali appartenenti ad una stessa fase deposizionale, attribuibile al Würm e collegata alle cerchie moreniche più recenti e più alte dell'apparato morenico sebino.

La morfologia della media pianura risulta debolmente ondulata dall'azione erosiva svolta in passato dalle acque delle risorgive che hanno lasciato una serie di depressioni allungate. Queste ondulazioni risultano evidenti soprattutto nella porzione meridionale del territorio comunale, mentre nella porzione centrale, si riconoscono superfici a morfologia pianeggiante o leggermente convessa. Le aree leggermente ribassate sono caratterizzate dalla locale prevalenza di depositi fini, depositi in zone rimaste paludose fino agli interventi di bonifica.

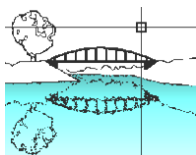
Alla maggiore articolazione del panorama litologico, geomorfologico e idrogeologico nel settore centro-meridionale del territorio comunale corrisponde una maggiore differenziazione dei suoli. La presenza di una falda poco profonda ha parzialmente inibito i processi di lisciviazione ed ha indotto condizioni riducenti che hanno rallentato e talora impedito il processo di mineralizzazione della sostanza organica. Inoltre le notevoli quantità di acque di scorrimento superficiale hanno determinato diffuse e consistenti rielaborazioni dei materiali depositati. Nelle aree maggiormente depresse i suoli contengono orizzonti torbosi.

Le due unità litologiche presenti nel territorio di Lograto corrispondono ad altrettante unità morfologiche. Mentre la zona attribuita all'alta pianura è sostanzialmente piatta, la media pianura è caratterizzata da alcune deboli depressioni allungate, prodotte dall'azione erosiva delle acque di risorgiva che in passato emergevano abbondanti, creando zone paludose.

CARATTERI GEOTECNICI

I dati di tipo geotecnico relativi al comune di Lograto sono piuttosto scarsi. Tuttavia le caratteristiche geologiche, descritte nel paragrafo precedente, consentono di affermare che i depositi fluvioglaciali presenti nel settore settentrionale e centrale del territorio comunale possiedono caratteristiche geotecniche generalmente buone, inferiormente alla copertura pedologica.

Più a sud la graduale diminuzione della granulometria dei depositi permette di rinvenire più frequentemente, a profondità non elevate, lenti limose ed argillose frammiste ai depositi più grossolani, che diventano localmente sabbiosi. In corrispondenza delle depressioni legate alle risorgive possono essere presenti anche livelli torbosi.



SISTEMA IDROGRAFICO

Il reticolo idrografico di Lograto risulta caratterizzato principalmente dalla presenza di una fitta rete canali e di rami secondari ad uso irriguo.

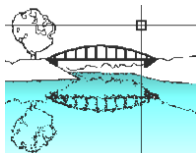
Dal punto di vista idrografico nel territorio di Lograto si riconoscono due settori con caratteristiche differenti, divisi grosso modo dalla strada provinciale 235. Infatti a nord della strada per Orzinuovi il sistema di irrigazione dipende sostanzialmente dalla Roggia Castrina e dal Vaso Baioncello che derivano le loro acque dal F. Oglio. A sud della Sp 235 invece il sistema idrografico risente in maniera determinante della presenza delle risorgive che in passato contribuivano alla formazione di zone paludose. La formazione di acquitrini era favorita dalla leggera depressione di buona parte di queste aree rispetto ai territori circostanti, dalla presenza della falda acquifera ad un livello molto prossimo al piano campagna e dagli scarichi, situati poco più a monte, delle seriole che derivano dal fiume Oglio.

Le prime fasi di bonifica di queste zone di pianura ebbero inizio attorno alla metà dell' XI secolo e procedettero fino al XVI, mentre un nuovo e decisivo impulso alla bonifica e all'utilizzo agricolo di queste aree si verificò negli anni tra il 1924 ed il 1928 ad opera del Consorzio di Bonifica Biscia-Chiodo e Prandona. **L'area interessata da paludi fino all'inizio di questo secolo occupava 1360 ettari e si estendeva nei comuni di Maclodio, Lograto, Mairano, Torbole Casaglia e Azzano Mella. La bonifica venne attuata fondamentalmente tramite lo scavo di canali colatori che raccoglievano le acque e le trasferivano a sud, dove potevano essere utilizzate a scopo irriguo. Questi canali vennero approfonditi anche fino a tre metri sotto il livello del terreno in modo tale da abbassare la falda acquifera.**

Contemporaneamente venne creato un sistema di canali irrigui in grado di assicurare apporti idrici adeguati allo sviluppo agricolo delle aree bonificate, utilizzando in modo significativo le acque emergenti dai fontanili.

Tra i canali principali che attraversano il territorio di Lograto vanno ricordati i seguenti.

- La Roggia Castrina proviene da Berlingo, attraversa una porzione del territorio settentrionale di Lograto con direzione E-W, poi, nei pressi della C.na Crocefisso, assume direzione N-S e passa ad E dell'abitato di Lograto. Essa è alimentata dalle acque del F. Oglio.
- Il Vaso Baioncello che taglia, in senso est-ovest, quasi tutta la fascia settentrionale, fin nei pressi di Navate dove si immette nella Seriola Molina. Lungo tutto il percorso il Vaso Baioncello alimenta diversi fossi per l'irrigazione dei campi. Il Vaso Baioncello deriva le acque dalla Roggia Baiona di Chiari che a sua volta preleva le acque dal Fiume Oglio nel comune di Pontoglio.
- Il Vaso Calina che delimita per un tratto l'abitato di Lograto verso ovest e sud e successivamente assume un andamento meridiano dirigendosi verso sud.



- Sempre nella zona meridionale, con andamento ancora nord-sud, troviamo il Vaso Biscia, il Vaso Gattinardo, il Vaso Bellettina e la Seriola Molina, che prendono tutti origine dalla serie di fontanili che caratterizzano questo settore.

Il rilievo di superficie e l'analisi delle foto aeree evidenzia la presenza, nel settore immediatamente a sud della fascia ove si concentra la maggior parte delle testate dei fontanili, di zone depresse in modo più o meno marcato rispetto al livello fondamentale della pianura. Queste sono la testimonianza del fitto reticolo di corsi d'acqua che prendeva origine dai fontanili stessi e andava divagando in pianura in passato senza essere regimato.

I FONTANILI

I fontanili sono una manifestazione caratteristica dell'emergenza in superficie delle acque di falda. Essi delineano una fascia che attraversa tutta la pianura in senso trasversale, con variazioni di direzione anche notevoli, come in corrispondenza del fiume Mella, dove essa tende ad incunearsi verso nord.

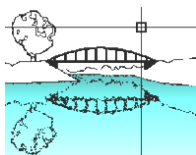
La genesi delle risorgive è da collegarsi alla variazione della granulometria dei depositi che costituiscono la pianura, via via più fini in direzione sud; la diminuzione della permeabilità dei terreni induce infatti la falda acquifera ad avvicinarsi al piano campagna. Depressioni naturali o artificialmente realizzate nel terreno possono intersecare la superficie piezometrica, determinando una fuoriuscita di acqua.

Un fontanile è composto da una testa che può avere varie forme e che generalmente è costituita da un ampio scavo profondo anche 3-4 m rispetto al piano campagna. Essa delimita una zona ove sono infissi tubi che possono spingersi nel sottosuolo anche per 5-10 m, catturando filetti idrici più profondi e caratterizzati da un carico idraulico maggiore, facilitando così la risalita dell'acqua. Quest'ultima viene incanalata e convogliata in canali, dette aste del fontanile.

Nel corso degli ultimi anni si è assistito in molte zone della pianura lombarda ad una migrazione verso sud dei punti di emergenza delle acque e ad una diminuzione sensibile delle portate. Questo si verifica anche per alcuni fontanili di Lograto, affioranti nella zona tra Navate e Villa Emma-Cascina Prandonina. La causa va ricercata nell'abbassamento subito dalla falda acquifera conseguente soprattutto al forte aumento nell'entità degli emungimenti che vengono effettuati tramite pozzi.

I fontanili rivestono un notevole interesse oltre che dal punto di vista idraulico e storico, anche dal punto di vista paesaggistico e naturalistico, in quanto la costanza delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque assicura le condizioni ideali per lo sviluppo di associazioni vegetali e animali tipiche.

L'azione dell'uomo negli ultimi decenni ha prodotto, soprattutto in pianura, l'eliminazione della maggior parte degli ecosistemi naturali, con conseguente banalizzazione ecologica del territorio. Per questi motivi è importante che vengano attivate iniziative tese alla salvaguardia e alla valorizzazione dei fontanili, nonché



alla riqualificazione della vegetazione mediante integrazione delle modeste zone arborate esistenti e ricostituzione di lembi di vegetazione a macchia o a boschetto, utilizzando specie autoctone. Recentemente il Consorzio di Bonifica Biscia, Chiodo e Prandona ha effettuato interventi volti al recupero, alla salvaguardia ed al miglioramento di alcuni fontanili.

Nell'ambito dello studio geologico realizzato nel 1997 sono stati censiti 14 fontanili, distribuiti nel settore centro-meridionale del territorio. I fontanili censiti si localizzano tutti in una fascia che si estende dalla località di Navate fino al Molino Carera, occupando quindi tutta la fascia centrale e meridionale del comune. Soltanto quelli meridionali presentano ancora un buon numero di emergenze e mostrano evidenze di manutenzione.

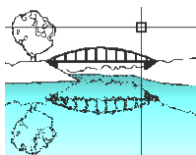
Alcuni fontanili presentano aspetti naturalistici e paesaggistici di particolare interesse; tra questi vanno segnalati quelli posti nel settore sud-occidentale del territorio comunale (nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 e 10) che sono caratterizzati da un elevato numero di tubi infissi lungo tratti di corsi d'acqua che raggiungono lunghezze variabili tra 400 e 500 m. Generalmente le portate sono elevate, con un aumento, talora sensibile, in direzione sud.

CARATTERI IDROGEOLOGICI

Dall'analisi dei pozzi perforati nella zona è stato possibile distinguere due unità principali che presentano caratteristiche diverse dal punto di vista idrogeologico:

Unità ghiaioso-sabbiosa più superficiale presente fino ad profondità sensibilmente variabile e compresa tra 60 metri nella parte settentrionale del territorio comunale e 30-35 metri nella parte centrale e meridionale. Questa unità è formata da entrambi i tipi di depositi fluvioglaciali e fluviali descritti in precedenza. A partire da 40-50 m di profondità le ghiaie sono più o meno cementate fino a passare a conglomerati.

Unità Villafranchiana di origine continentale e marina, presente in profondità e costituita da depositi sabbiosi, limosi e argillosi, con rare intercalazioni di materiali più grossolani. Questa unità non si rinviene mai in affioramento, ma con l'ausilio delle stratigrafie dei pozzi perforati nella zona è possibile notare come essa subisca un notevole sollevamento, in corrispondenza dei rilievi del M.te Netto e di Pievedizio, situati rispettivamente ad est e a sud del territorio di Lograto. Questo fenomeno di origine tettonica ha condizionato le fasi di deposizione successive, come testimoniato dagli spessori più esigui degli orizzonti fluvioglaciali soprastanti, che possono essere limitati anche a soli 30-35 metri.

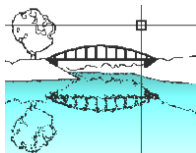


I depositi ghiaioso-sabbiosi contengono una falda libera. La presenza di orizzonti a minore permeabilità, costituiti sia da livelli a granulometria fine che da conglomerati più o meno compatti, determina un deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi più permeabili e di conseguenza la circolazione idrica si sviluppa prevalentemente in livelli sovrapposti. Si ritiene comunque che i livelli siano in parte tra loro intercomunicanti, in quanto gli orizzonti a bassa permeabilità non sembrano estesi e continui a tal punto da separare completamente gli acquiferi. Di conseguenza i livelli acquiferi contenuti nei depositi ghiaiososabbioso-conglomeratici possono essere ricondotti ad un'unica circolazione idrica sotterranea. Al contrario, i livelli ghiaioso-sabbiosi presenti all'interno dei depositi argilloso-limosi dell'unità Villafranchiana sono sede di falde confinate che non sempre presentano caratteristiche idrogeologiche tali da permettere un loro sfruttamento per il prelievo di risorse idriche. Infatti, le lenti di materiali grossolani talora non hanno una continuità laterale sufficiente a garantire quantità d'acqua di una certa consistenza. A ciò si sommano anche i problemi derivanti dalla lentezza dei moti di filtrazione all'interno degli orizzonti circostanti che determinano elevati tempi di ricarica dei livelli più permeabili. Da ultimo va sottolineato come, in taluni casi, le acque presenti in questa unità siano di qualità scadente contenendo elevate quantità di ferro e di idrogeno solforato.

La quota della falda s.l.m., nel territorio comunale di Lograto, presenta un dislivello di circa 11 m, andando dai 111 m s.l.m. nella zona a nord-ovest al confine con il comune di Berlingo e Travagliato, ai 100 m s.l.m. nella porzione più a sud, per una estensione di circa 5 km.

La direzione principale di deflusso è abbastanza uniforme in tutto il territorio comunale ed è diretta verso S-SE. La cadente piezometrica varia da circa 0,2% nella porzione settentrionale del territorio a circa 0,3% nella zona meridionale.

Nella zona meridionale ed orientale del territorio la superficie della falda acquifera presenta una pendenza inferiore a quella della superficie topografica. Di conseguenza, essa gradualmente si avvicina alla superficie del suolo: dall'intersezione tra la superficie freatica e la superficie topografica si originano i fenomeni dei fontanili.



DELIMITAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD ALLAGAMENTO PER EFFETTO DELLA CONFORMAZIONE MORFOLOGICA DEL TERRITORIO E/O PER INSUFFICIENZA DELLA RETE FOGNARIA

CRITICITA' IDRAULICHE DERIVANTI DALLA MORFOLOGIA DEL TERRITORIO

Negli elaborati grafici allegati (*Tav. G.2 – Criticità idrauliche dovute alla morfologia del territorio*) sono evidenziati diversi ambiti di pericolosità e vulnerabilità identificati sul territorio comunale di Lograto, di seguito descritti.

Zona di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile

Aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, individuate in prossimità del pozzo di via Giovanni XXIII e del pozzo ex Pama (PIP), come indicate dalla componente geologica.

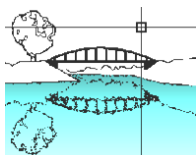
Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

Sono individuate le aree caratterizzate da vulnerabilità molto alta delle acque di prima falda.

Le stesse aree sono anche caratterizzate da bassa soggiacenza della prima falda:

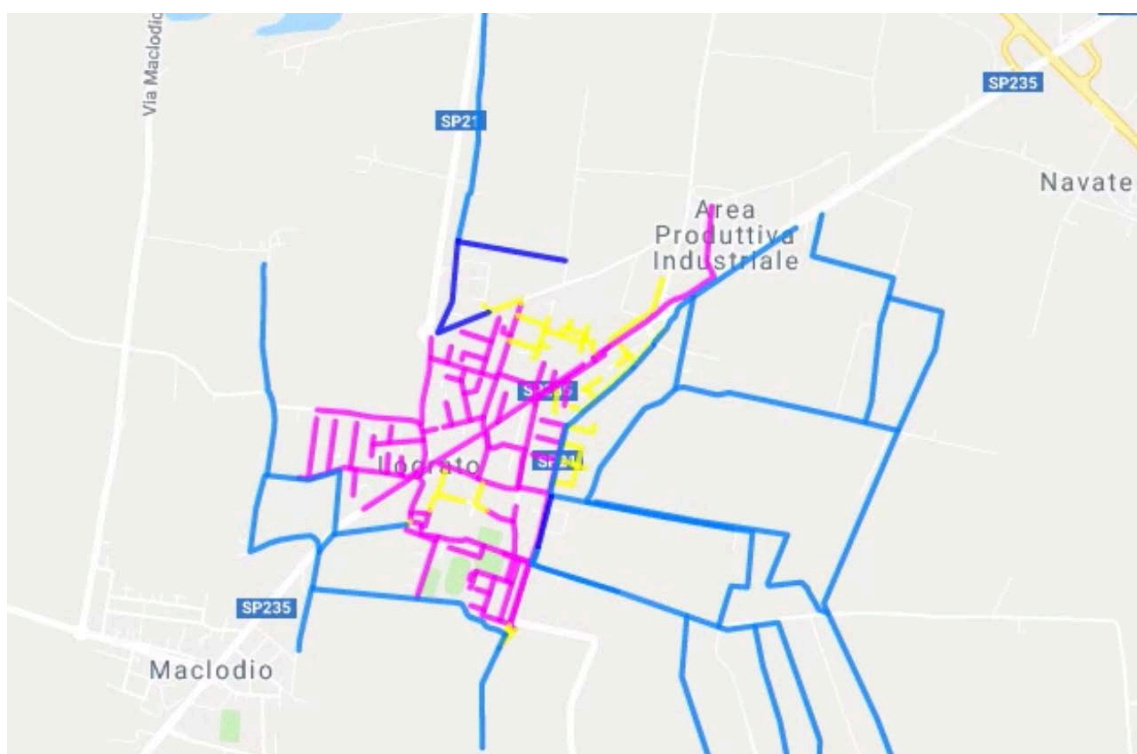
- Soggiacenza inferiore ai 2 m dal p.c.
- Soggiacenza compresa tra i 2 e i 5 m dal p.c.

Sono riportate le aree comprese nella fascia dei fontanili e, infine, una depressione di cava con falda affiorante.



CRITICITA' IDRAULICHE DERIVANTI DA INSUFFICIENZE DELLA RETE FOGNARIA

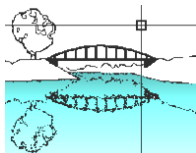
Il gestore del Servizio Idrico del Comune di Lograto, la società Acque Bresciane S.r.l., ha fornito allo scrivente la cartografia della propria rete fognaria mista e bianca con i relativi punti di scarico nei corsi d'acqua superficiali. Successivamente sono stati determinati i relativi bacini idrografici.



Rete fognaria bianca (giallo) e mista (magenta) su Google Maps

In mancanza di dati specifici sulle altimetrie delle condotte fognarie, per determinare i tratti di rete fognaria che a causa della loro insufficienza idraulica generano fenomeni di allagamento si è richiesto all'Ufficio tecnico comunale e ad Acque Bresciane S.r.l. l'indicazione dei punti critici che durante l'attività di gestione e manutenzione della rete hanno avuto modo di rilevare. Si sono ottenute le seguenti indicazioni, riportate nell'elaborato grafico allegato (*Tav. G.1 – Criticità idrauliche ricettori*):

- Zona di via G. Calini e via T. Speri
- Zona di via G. Mazzini
- Zona via Martiri della Libertà
- Zona via Carabbiolo

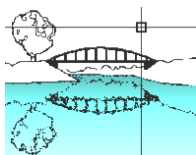


Sono aree soggette ad allagamenti per probabile insufficienza della rete fognaria. Si suggerisce la sostituzione dei tratti di fognatura presumibilmente non idonei a valle di una necessaria campagna di approfondimento e verifica a capo del gestore.

CRITICITA' IDRAULICHE DERIVANTI DA INSUFFICIENZE DEL RETICOLO IDRICO MINORE

Nell'elaborato grafico allegato (*Tav. G.1 – Criticità idrauliche ricettori*) è indicata una zona di criticità idraulica causata da insufficienza del reticolo idrico minore, rilevata dalle indicazioni dell'Ufficio tecnico comunale, in corrispondenza del tratto intubato del Vaso Baioncello a nord dell'abitato.

Per la verifica delle insufficienze si rimanda ad uno studio di dettaglio in capo all'Autorità idraulica competente.

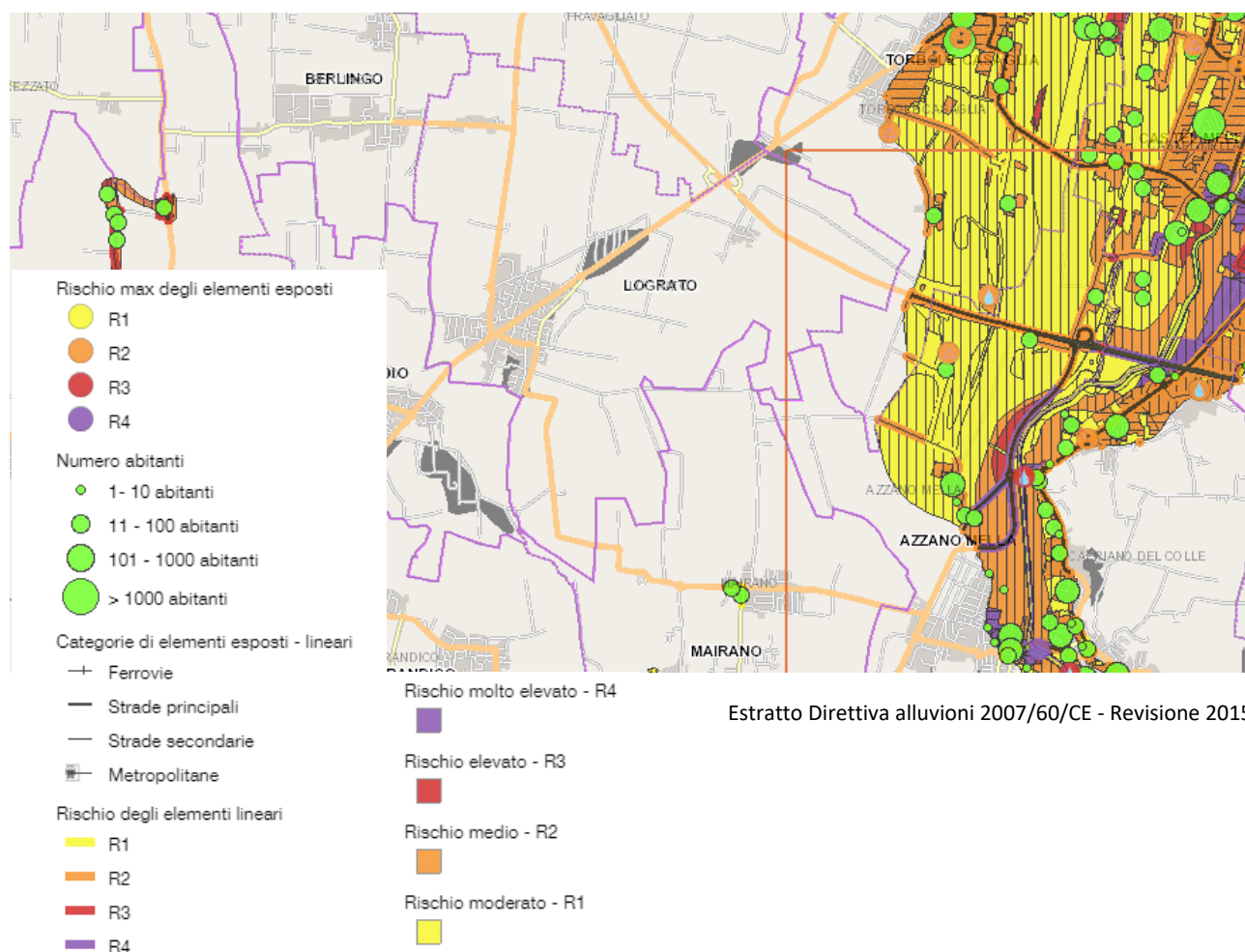


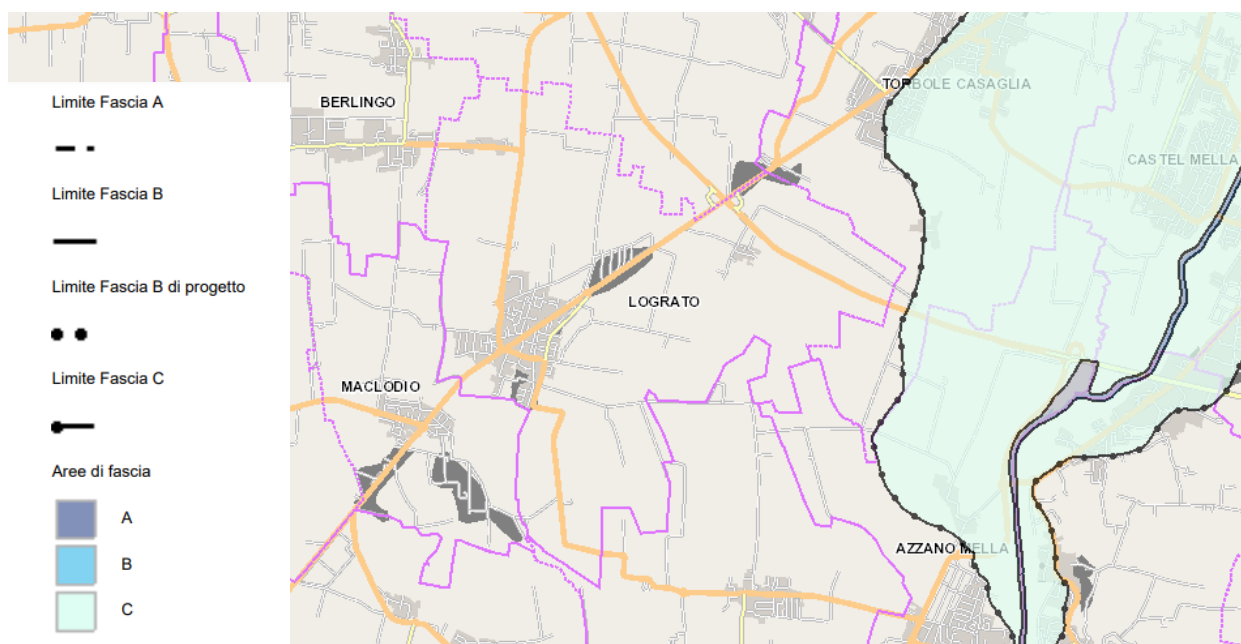
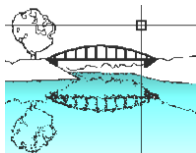
MAPPATURA DELLE AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO COME INDICATE NELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT E NELLE MAPPE DEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI

Negli allegati grafici è riportata la mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (pericolosità idraulica) come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica dei PGT e nelle mappe del piano di gestione del rischio di alluvioni.

Questa mappatura, unitamente all'identificazione delle criticità idrauliche derivate da insufficienze della rete fognaria e del reticolo idrico minore, è servita alla definizione delle priorità di intervento utili alla mitigazione e possibilmente alla riduzione del rischio idraulico.

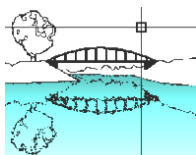
Dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) e dal Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) sul territorio del Comune di Lograto non si rilevano scenari di pericolosità.





Estratto PAI (2001) da SIT Regione Lombardia

Le fasce di esondazione del fiume Mella non interessano il territorio comunale di Lograto.



MODELLAZIONE IDRODINAMICA DEL TERRITORIO COMUNALE CON IL CALCOLO DEI CORRISPONDENTI DEFLUSSI METEORICI, IN TERMINI DI VOLUMI E PORTATE

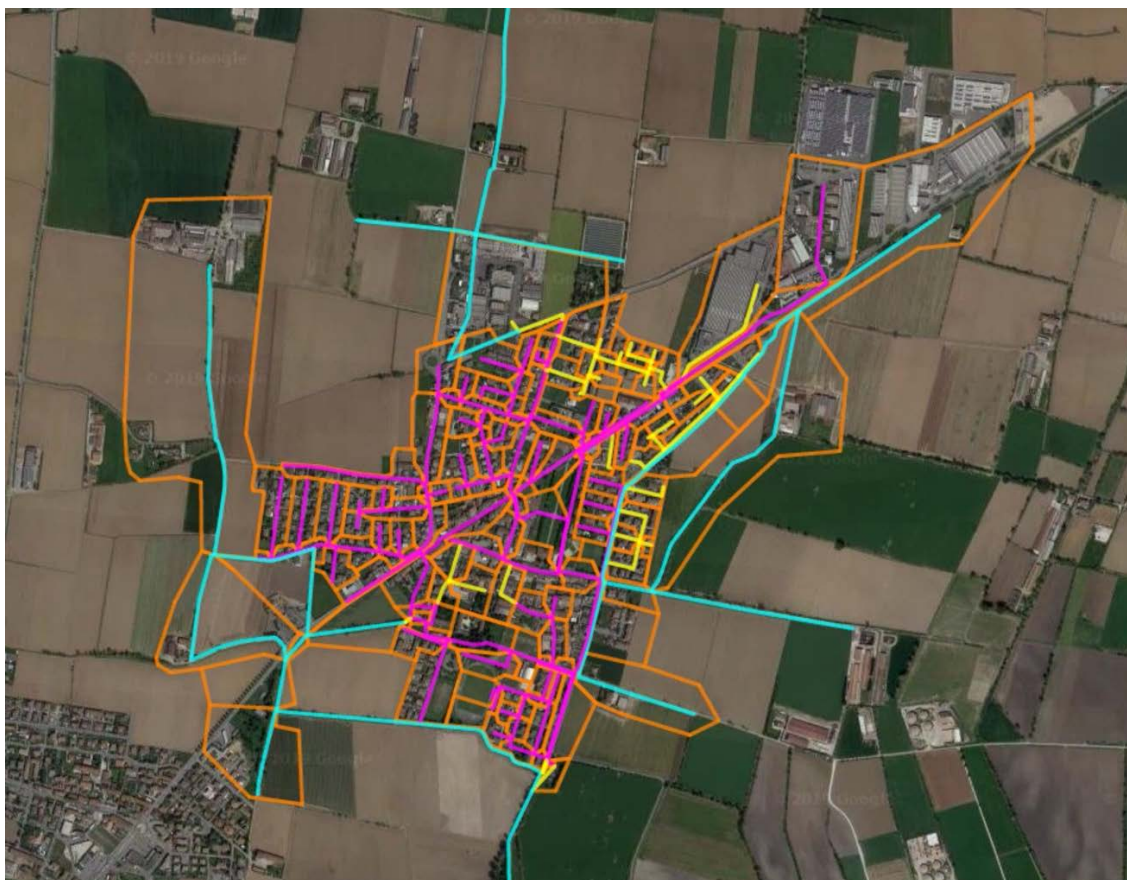
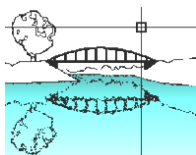
Per la modellazione idrodinamica si sono seguite le seguenti fasi:

1. Digitalizzazione della rete fognaria bianca e mista
2. Digitalizzazione del reticolo idrico
3. Digitalizzazione delle aree colanti dei singoli tratti di rete fognaria e reticolo idrico
4. Calcolo delle aree impermeabili da attribuire a ciascun tratto ricettore
5. Calcolo dei volumi di laminazione propri affluenti ai ricettori e del volume progressivo
6. Calcolo delle portate di colmo affluenti ai ricettori

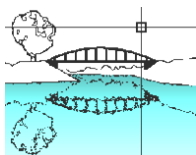
Si riportano di seguito una serie di immagini delle fasi di preparazione della modellazione.



Bacini drenanti delle reti fognarie su Google Maps



Rete di calcolo con aree colanti (in arancio) dei singoli tratti su Google Maps



CALCOLO DELLE AREE IMPERMEABILI DA ATTRIBUIRE AI RICETTORI

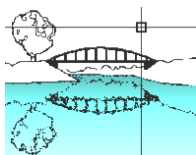
Completata la fase di digitalizzazione delle reti dei ricettori e delle aree colanti di loro competenza, si sono attribuite le superfici impermeabili afferenti a ciascun tratto di ricettore utilizzando i seguenti layer del DBT regionale con i rispettivi coefficienti di deflusso (tra parentesi):

- Edificato
 - Corpo_edificato_ingombro_al_suolo.shp (Y1=1.00)
- Manufatti
 - Attrezzatura_sportiva.shp (Y1=1.00)
 - Manufatto_industriale.shp (Y1=1.00)
- Vegetazione
 - Area_verde.shp (Y4=0.30)
 - Bosco.shp (Y5=0.00)
 - Coltura_agricola.shp (Y5=0.00)
 - Pascolo_incolto.shp (Y5=0.00)
 - Formazione_particolare.shp (Y5=0.00)
 - Area_temporaneamente_priva_di_vegetazione.shp (Y5=0.00)
- Forme del terreno
 - Copertura_non_vegetata.shp (Y5=0.00)
- Viabilita_mobilita_e_trasporti
 - Area_di_circolazione_ciclabile.shp (Y2=1.00)
 - Viabilità_mista_secondaria.shp (Y2=1.00)
 - Area_di_circolazione_veicolare.shp (Y2=1.00)
 - Area_di_circolazione_pedonale.shp (Y2=1.00)

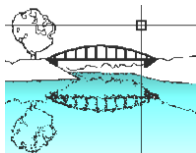
I coefficienti di deflusso si sono assunti conformi all'art. 11 comma 2 lettera d) punto 1 del Regolamento Regionale n. 7, cioè:

- 1.00 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, tetti verdi e giardini pensili sovrapposti a solette comunque costituite e pavimentazioni continue quali strade, vialetti, parcheggi;
- 0.70 per le pavimentazioni drenanti o semipermeabili, quali strade, vialetti, parcheggi;
- 0.30 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

Nelle zone urbanizzate, alle aree non identificate come tetti, viabilità o verde è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0.70, considerandole come semipermeabili.



DBT regionale suddiviso nei layers con diversi coefficienti di deflusso



CALCOLO DELLE PORTATE DI COLMO AFFLUENTI AI RICETTORI

Per la determinazione delle portate di pioggia generate dalle superfici impermeabili si è applicato il metodo del "volume d'invaso" semplificato, adottando cioè i risultati di indagini effettuate, tra gli altri dal Cotecchia, tendenti ad individuare, al variare dell'area del bacino tributario, il valore del rapporto fra volumi di invaso proprio e volumi dei piccoli invasi.

Con tale metodo la portata defluente in un ricettore in seguito ad una determinata pioggia risulta definita dall'espressione:

$$Q = u \cdot A$$

in cui:

Q = portata defluente in l/s

u = portata per unità di superficie (coefficiente udometrico) in l/s · ha

A = area del bacino sversante in ha

Il valore del coefficiente udometrico è dato dall'espressione:

$$u = 2168 \cdot n_1 \frac{a^{0.1/n_1}}{W^{(1/n_1 - 1)}} y^{1/n_1} = u^* \cdot y^{1/n_1}$$

in cui:

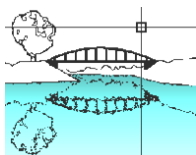
n_1, a° = definiscono la pioggia esprimibile nella forma $h = aT^n$, tenendo conto dell'estensione dell'area tributaria e della variabilità del valore Y con la durata della pioggia.

Y = coefficiente di afflusso alla fognatura/ricettore

W = volume d'acqua invasata, riferito all'unità del bacino.

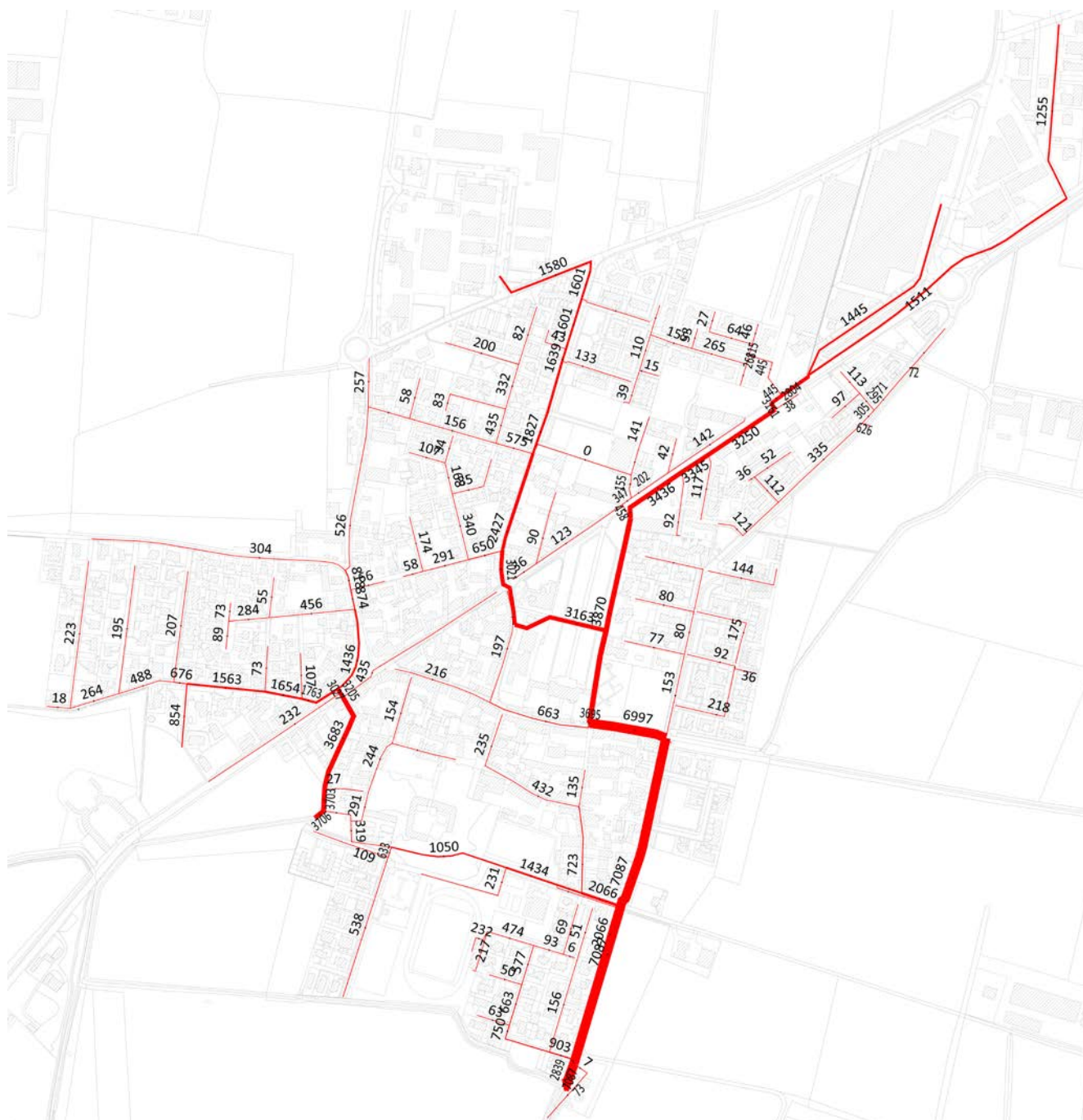
La legge di pioggia utilizzata è quella scelta nei paragrafi precedenti con $Tr=50$ anni:

Tr=50 anni	$h = 56.63 T^{0.274}$	per piogge comprese tra 1 e 24 ore
Tr=50 anni	$h = 56.63 T^{0.434}$	Per piogge inferiori a 1 ora

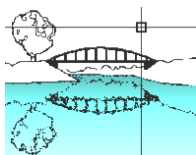


Si riportano nelle immagini successive:

- 1) Portate di colmo espresse in l/s calcolate con $Tr=50$ anni
- 2) Portate di colmo espresse in l/s calcolate con $Tr=10$ anni (utili per confronto con le modellazioni delle reti fognarie)

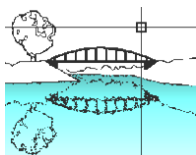


Portate di colmo in l/s nei vari tratti dei ricettori delle zone urbanizzate (fognate) – $Tr=50$ anni

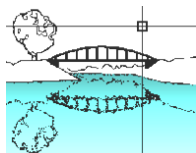


Portate di colmo in l/s nei vari tratti dei ricettori delle zone urbanizzate (fognate) – Tr=10 anni

Si riporta di seguito lo schema idraulico di riferimento e la tabella di calcolo dei volumi e delle portate relativi a ciascun tratto di ricettore.

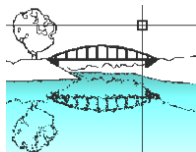


Schema idraulico di riferimento per la modellazione

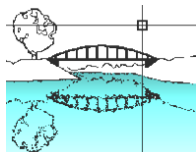


CALCOLO PORTATE DI COLMO CON TR=50 ANNI

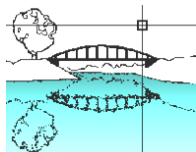
N	Tratto	Area Colante	Aree con diversi coefficienti di deflusso					Area Ridotta	Coeff. Di deflusso medio ponderale Y	Q bianca
			Area Y1 (Coperture in genere) 1.00	Area Y2 (Viabilità, mobilità e trasporti) 1.00	Area Y3 (Aree lotti) 0.70	Area Y4 (Aree verdi) 0.30	Area Y5 (Verde naturale: boschi, pascoli, ecc...) 0.00			
		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha		l/s
1	B37-B35	0,183	0,036	0,061	0,028	0,058	0	0,134	0,73	39
2	B14-B13	0,234	0,049	0,102	0	0,083	0	0,176	0,75	52
3	45A-45	5,967	1,65	1,62	1,579	1,118	0	4,711	0,79	1255
4	44S-43	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
5	22A-22	0,824	0,352	0,138	0,273	0,061	0	0,699	0,85	216
6	19S-SCA4	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
7	15B-15	0,443	0,106	0,073	0,063	0,201	0	0,283	0,64	73
8	SCA4S-R12	0,375	0,055	0,19	0,063	0,067	0	0,309	0,82	96
9	R8-R9	9,06	2,663	2,233	2,358	1,806	0	7,088	0,78	1826
10	R1-R2	4,096	1,648	0,738	0,817	0,893	0	3,226	0,79	876
11	R2S-R4	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
12	R5S-SCA2	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
13	R9S-R12	1,454	0,434	0,475	0,545	0	0	1,291	0,89	402
14	B40-37A	7,967	1,745	1,906	2,998	1,318	0	6,145	0,77	1580
15	B38-35	0,697	0,103	0,256	0,077	0,261	0	0,491	0,70	133
16	B39-37	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
17	B36-B35	0,071	0,004	0,034	0,006	0,027	0	0,05	0,70	15



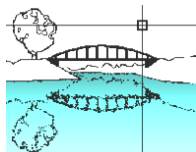
N	Tratto	Area Colante	Aree con diversi coefficienti di deflusso					Area Ridotta	Coeff. Di deflusso medio ponderale Y	Q bianca
			Area Y1 (Coperture in genere) 1.00	Area Y2 (Viabilità, mobilità e trasporti) 1.00	Area Y3 (Aree lotti) 0.70	Area Y4 (Aree verdi) 0.30	Area Y5 (Verde naturale: boschi, pascoli, ecc...) 0.00			
		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha		l/s
18	B34-B33	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
19	B30-B29	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
20	B32-B31	0,235	0,069	0,049	0,065	0,052	0	0,179	0,76	53
21	B28-B27	0,121	0,024	0,047	0,011	0,039	0	0,09	0,74	27
22	B26-B25	0,185	0,064	0,029	0,071	0,021	0	0,149	0,81	46
23	B23-44	5,28	2,597	1,493	0,971	0,219	0	4,835	0,92	1445
24	B18-B17	0,377	0,055	0,207	0,112	0,003	0	0,341	0,90	113
25	B19-B17	0,397	0,074	0,158	0,094	0,071	0	0,319	0,80	97
26	B21-B20	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
27	B16S-B20	0,273	0,069	0,117	0,034	0,053	0	0,226	0,83	71
28	B15-B13	0,22	0,042	0,042	0,036	0,1	0	0,139	0,63	36
29	B12-B11	0,545	0,049	0,248	0,114	0,134	0	0,417	0,77	121
30	B22-40X	0,538	0,178	0	0,17	0,19	0	0,354	0,66	92
31	B9-P4	0,732	0,134	0,235	0,119	0,244	0	0,526	0,72	144
32	B8-P3	0,788	0,182	0,263	0,151	0,192	0	0,608	0,77	175
33	B7-P2	0,413	0,091	0,155	0,049	0,118	0	0,316	0,77	92
34	B7S-B5	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
35	B6-B5	0,144	0,041	0,051	0,019	0,033	0	0,115	0,80	36



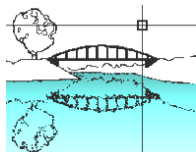
N	Tratto	Area Colante	Aree con diversi coefficienti di deflusso					Area Ridotta	Coeff. Di deflusso medio ponderale Y	Q bianca
			Area Y1 (Coperture in genere) 1.00	Area Y2 (Viabilità, mobilità e trasporti) 1.00	Area Y3 (Aree lotti) 0.70	Area Y4 (Aree verdi) 0.30	Area Y5 (Verde naturale: boschi, pascoli, ecc...) 0.00			
		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha		l/s
36	B4-68	1,035	0,36	0,226	0,232	0,217	0	0,813	0,79	235
37	B2-B1	0,762	0,262	0,071	0,236	0,193	0	0,556	0,73	154
38	B3-B1	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
39	1S-72	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
40	51A-51	0,581	0,094	0,089	0,071	0,327	0	0,331	0,57	77
41	52A-52	0,553	0,113	0,089	0,057	0,294	0	0,33	0,60	80
42	52B-52	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
43	40A-40	0,479	0,17	0,093	0,146	0,07	0	0,386	0,81	117
44	36A-36	0,159	0,041	0,071	0,02	0,027	0	0,134	0,84	43
45	34B-34	0,39	0,093	0,116	0,059	0,122	0	0,287	0,74	82
46	34A-34	1,385	0,143	0,37	0,173	0,699	0	0,844	0,61	200
47	33A-33	0,615	0,097	0,096	0,082	0,34	0	0,352	0,57	83
48	32A-32	0,336	0,08	0,06	0,056	0,14	0	0,221	0,66	58
49	18S-32	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
50	29A-29	0,145	0,047	0,031	0,033	0,034	0	0,111	0,77	34
51	29B-29	0,548	0,162	0,065	0,165	0,156	0	0,389	0,71	107
52	28A-28	0,435	0,136	0,064	0,095	0,14	0	0,309	0,71	85
53	27B-27	1,001	0,231	0,114	0,326	0,33	0	0,672	0,67	174



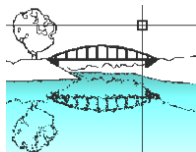
N	Tratto	Area Colante	Aree con diversi coefficienti di deflusso					Area Ridotta	Coeff. Di deflusso medio ponderale Y	Q bianca
			Area Y1 (Coperture in genere) 1.00	Area Y2 (Viabilità, mobilità e trasporti) 1.00	Area Y3 (Aree lotti) 0.70	Area Y4 (Aree verdi) 0.30	Area Y5 (Verde naturale: boschi, pascoli, ecc...) 0.00			
		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha		l/s
54	27A-27	0,239	0,083	0,064	0,039	0,053	0	0,19	0,79	58
55	41A-41	0,2	0,009	0,029	0,127	0,035	0	0,137	0,69	38
56	49B-49	0,631	0,171	0,195	0,107	0,158	0	0,488	0,77	142
57	49A-49	0,281	0,066	0,016	0,066	0,133	0	0,168	0,60	42
58	50A-50	0,623	0,157	0,129	0,238	0,099	0	0,482	0,77	141
59	50S-30	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
60	47A-47	0,533	0,153	0,043	0,126	0,211	0	0,348	0,65	90
61	47B-47	0,183	0,021	0,082	0	0,08	0	0,127	0,69	36
62	23S-24	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
63	23A-23	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
64	53S-53A	0,029	0	0,007	0,022	0	0	0,022	0,76	7
65	55S-53	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
66	59A-59	0,375	0,08	0,043	0,111	0,141	0	0,243	0,65	63
67	60A-60	0,257	0,075	0,052	0,032	0,098	0	0,179	0,70	50
68	63B-63	0,84	0,454	0	0,343	0,043	0	0,707	0,84	217
69	63A-63	0,751	0,584	0	0,167	0	0	0,701	0,93	232
70	62B-62	0,41	0,068	0,107	0,053	0,182	0	0,267	0,65	69
71	62A-62	0,035	0,004	0,014	0	0,017	0	0,023	0,66	6



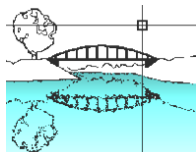
N	Tratto	Area Colante	Aree con diversi coefficienti di deflusso					Area Ridotta	Coeff. Di deflusso medio ponderale Y	Q bianca
			Area Y1 (Coperture in genere) 1.00	Area Y2 (Viabilità, mobilità e trasporti) 1.00	Area Y3 (Aree lotti) 0.70	Area Y4 (Aree verdi) 0.30	Area Y5 (Verde naturale: boschi, pascoli, ecc...) 0.00			
		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha		l/s
72	58A-58	0,224	0,022	0,108	0,03	0,064	0	0,17	0,76	51
73	67A-67	0,543	0,223	0,052	0,221	0,047	0	0,444	0,82	135
74	66S-64	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
75	69A-69	0,975	0,236	0,234	0,405	0,1	0	0,784	0,80	231
76	71A-71	2,545	0,795	0,657	0,456	0,637	0	1,962	0,77	538
77	71B-71	0,661	0,126	0,153	0,084	0,298	0	0,427	0,65	109
78	2A-2	0,157	0,053	0,013	0,018	0,073	0	0,101	0,64	27
79	3A-3	1,763	0,705	0,426	0,378	0,254	0	1,472	0,83	435
80	4A-4	0,903	0,182	0,452	0,114	0,155	0	0,76	0,84	232
81	17A-17	1,526	0,366	0,334	0,436	0,39	0	1,122	0,74	304
82	18A-18	1,262	0,223	0,384	0,327	0,328	0	0,934	0,74	257
83	16A-16	0,297	0,082	0,062	0,089	0,064	0	0,226	0,76	66
84	6A-6	0,466	0,125	0,095	0,17	0,076	0	0,362	0,78	107
85	7A-7	0,351	0,117	0,059	0,071	0,104	0	0,257	0,73	73
86	14A-14	0,296	0,064	0,045	0,094	0,093	0	0,203	0,69	55
87	15A-15	0,472	0,116	0,093	0,1	0,163	0	0,328	0,69	89
88	8A-8	5,79	1,003	1,182	1,125	2,48	0	3,717	0,64	854
89	12-II	0,071	0,021	0,027	0,004	0,019	0	0,057	0,80	18



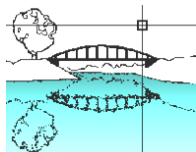
N	Tratto	Area Colante	Aree con diversi coefficienti di deflusso					Area Ridotta	Coeff. Di deflusso medio ponderale Y	Q bianca
			Area Y1 (Coperture in genere) 1.00	Area Y2 (Viabilità, mobilità e trasporti) 1.00	Area Y3 (Aree lotti) 0.70	Area Y4 (Aree verdi) 0.30	Area Y5 (Verde naturale: boschi, pascoli, ecc...) 0.00			
		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha		l/s
90	9A-9	0,997	0,286	0,234	0,201	0,276	0	0,744	0,75	207
91	10A-10	1,3	0,229	0,255	0,198	0,618	0	0,808	0,62	195
92	11A-11	1,581	0,299	0,263	0,211	0,808	0	0,952	0,60	223
93	11-10	0,169	0,029	0,053	0,003	0,084	0	0,109	0,64	264
94	15-14	0,714	0,124	0,172	0,196	0,222	0	0,5	0,70	284
95	18-17	1,798	0,328	0,32	0,444	0,706	0	1,171	0,65	526
96	71-70	0,02	0	0,006	0	0,014	0	0,01	0,50	633
97	68-67	0,948	0,297	0,115	0,398	0,138	0	0,732	0,77	432
98	58-57	0,631	0,165	0,118	0,081	0,267	0	0,42	0,67	156
99	63-61	0,452	0,045	0,083	0,048	0,276	0	0,244	0,54	474
100	23-22	0,755	0,286	0,174	0,224	0,071	0	0,638	0,85	197
101	47-46	0	0	0	0	0	0	0	0,00	123
102	50-48	0,074	0,025	0,001	0,033	0,015	0	0,054	0,73	155
103	27-26	0,287	0,081	0,063	0,111	0,032	0	0,231	0,80	291
104	29-28	0,194	0,038	0,031	0,047	0,078	0	0,125	0,64	168
105	32-31	0,474	0,119	0,138	0,081	0,136	0	0,355	0,75	156
106	34-33	0,305	0,049	0,108	0,057	0,091	0	0,224	0,73	332
107	37A-37	0,143	0,015	0,055	0,011	0,062	0	0,096	0,67	1601



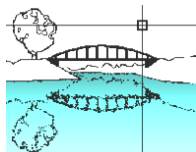
N	Tratto	Area Colante	Aree con diversi coefficienti di deflusso					Area Ridotta	Coeff. Di deflusso medio ponderale Y	Q bianca
			Area Y1 (Coperture in genere) 1.00	Area Y2 (Viabilità, mobilità e trasporti) 1.00	Area Y3 (Aree lotti) 0.70	Area Y4 (Aree verdi) 0.30	Area Y5 (Verde naturale: boschi, pascoli, ecc...) 0.00			
		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha		l/s
108	B1-73	0,501	0,127	0,064	0,169	0,141	0	0,352	0,70	244
109	53A-SCA3	0,292	0,044	0,021	0,227	0	0	0,224	0,77	73
110	B20-P6	0,008	0	0,005	0	0,003	0	0,006	0,75	72
111	B27-B25	0,196	0,001	0,109	0	0,086	0	0,136	0,69	64
112	B35-B33	0,343	0,083	0,083	0,018	0,159	0	0,226	0,66	110
113	R2-R3	1,265	0,222	0,385	0,584	0,074	0	1,038	0,82	1149
114	R12-R13	0	0	0	0	0	0	0	0,00	488
114	R12-R13	0	0	0	0	0	0	0	0,00	488
115	45-44	1,587	0,107	0,729	0,179	0,572	0	1,133	0,71	1511
116	B13-B11	0,109	0,021	0,056	0,006	0,026	0	0,089	0,82	112
117	B33-B31	0,257	0,063	0,065	0,024	0,105	0	0,176	0,68	155
118	10-O9	0,261	0,047	0,082	0,034	0,098	0	0,182	0,70	488
119	14-13	0,714	0,124	0,172	0,196	0,222	0	0,5	0,70	456
120	67-65	0,709	0,264	0,165	0,231	0,049	0	0,605	0,85	723
121	62-61	0,1	0,005	0,042	0,013	0,04	0	0,068	0,68	93
122	22-21	1,298	0,354	0,288	0,412	0,244	0	1,004	0,77	663
123	49-48	0,102	0,019	0,048	0,013	0,022	0	0,083	0,81	202
124	44-42	0	0	0	0	0	0	0	0,00	2804
125	33-31	0,19	0,046	0,044	0,021	0,079	0	0,128	0,67	435



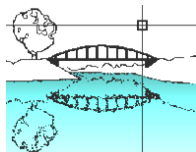
N	Tratto	Area Colante	Aree con diversi coefficienti di deflusso					Area Ridotta	Coeff. Di deflusso medio ponderale Y	Q bianca
			Area Y1 (Coperture in genere) 1.00	Area Y2 (Viabilità, mobilità e trasporti) 1.00	Area Y3 (Aree lotti) 0.70	Area Y4 (Aree verdi) 0.30	Area Y5 (Verde naturale: boschi, pascoli, ecc...) 0.00			
		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha		l/s
126	37-36	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1601
127	17-16	0,091	0,015	0,037	0	0,039	0	0,064	0,70	818
128	B5-P1	0,907	0,162	0,342	0,112	0,291	0	0,67	0,74	218
129	B17-B16	0,397	0,074	0,158	0,094	0,071	0	0,319	0,80	295
130	B25-B24	0,035	0,003	0,017	0,007	0,008	0	0,027	0,77	115
131	R9-P6	0,175	0	0,127	0,048	0	0	0,161	0,92	1869
132	B31-B29	0,382	0,065	0,106	0,046	0,165	0	0,253	0,66	265
133	P6-P5	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1927
134	O9-O8	0,019	0	0,013	0	0,006	0	0,015	0,79	676
135	73-72	0,427	0,048	0,079	0,048	0,252	0	0,236	0,55	291
136	61-60	0,196	0,031	0,047	0,01	0,108	0	0,117	0,60	577
137	48-46	0	0	0	0	0	0	0	0,00	347
138	28-26	0,574	0,152	0,065	0,15	0,207	0	0,384	0,67	340
139	31-30	0	0	0	0	0	0	0	0,00	575
140	36-35	0,021	0	0,013	0	0,008	0	0,015	0,71	1639
141	16-13	0	0	0	0	0	0	0	0,00	874
142	B11-B10	0,485	0,096	0,24	0,022	0,127	0	0,39	0,80	335
143	B29-B24	0,015	0	0,01	0,003	0,002	0	0,013	0,87	268
144	72-70	0,26	0,025	0,056	0,019	0,16	0	0,142	0,55	319



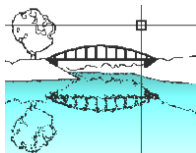
N	Tratto	Area Colante	Aree con diversi coefficienti di deflusso					Area Ridotta	Coeff. Di deflusso medio ponderale Y	Q bianca
			Area Y1 (Coperture in genere) 1.00	Area Y2 (Viabilità, mobilità e trasporti) 1.00	Area Y3 (Aree lotti) 0.70	Area Y4 (Aree verdi) 0.30	Area Y5 (Verde naturale: boschi, pascoli, ecc...) 0.00			
		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha		l/s
145	08-07	0,68	0,176	0,143	0,079	0,282	0	0,459	0,68	1563
146	60-59	0,273	0,071	0,057	0,039	0,106	0	0,187	0,68	663
147	46-38	0	0	0	0	0	0	0	0,00	458
148	26-25	0,183	0,044	0,043	0,081	0,015	0	0,148	0,81	650
149	35-30	0,48	0,127	0,116	0,096	0,141	0	0,353	0,74	1827
150	70-69	1,543	0,325	0,071	0,147	1	0	0,799	0,52	1050
151	13-05	0,736	0,201	0,237	0,2	0,098	0	0,607	0,82	1436
152	B16-B10	0,036	0	0,033	0	0,003	0	0,034	0,94	305
153	B10-P5	0,032	0	0,02	0	0,012	0	0,024	0,75	626
154	P5-P4	0,391	0,022	0,141	0,021	0,207	0	0,24	0,61	2505
155	P4-P3	0	0	0	0	0	0	0	0,00	2617
156	07-06	0,2	0,051	0,045	0,047	0,057	0	0,146	0,73	1654
157	59-57	0,368	0,032	0,085	0,013	0,238	0	0,198	0,54	750
158	30-25	0,807	0,22	0,102	0,25	0,235	0	0,568	0,70	2427
159	69-66	0,781	0,443	0,115	0,204	0,019	0	0,707	0,91	1434
160	66-65	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1434
161	B24-43	0,357	0,099	0,012	0,218	0,028	0	0,272	0,76	445
162	P3-P2	0	0	0	0	0	0	0	0,00	2756
163	06-05	0,119	0,045	0,039	0,014	0,021	0	0,1	0,84	1763



N	Tratto	Area Colante	Aree con diversi coefficienti di deflusso					Area Ridotta	Coeff. Di deflusso medio ponderale Y	Q bianca
			Area Y1 (Coperture in genere) 1.00	Area Y2 (Viabilità, mobilità e trasporti) 1.00	Area Y3 (Aree lotti) 0.70	Area Y4 (Aree verdi) 0.30	Area Y5 (Verde naturale: boschi, pascoli, ecc...) 0.00			
		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha		l/s
164	57-56	0,129	0,039	0,022	0,003	0,065	0	0,083	0,64	903
165	25-24	0,282	0,058	0,126	0,053	0,045	0	0,235	0,83	3021
166	43-42	0	0	0	0	0	0	0	0,00	445
167	65-64	0	0	0	0	0	0	0	0,00	2066
168	24-21	1,646	0,222	0,29	0,164	0,97	0	0,918	0,56	3163
169	P2-P1	0	0	0	0	0	0	0	0,00	2826
170	O5-O4	0,006	0	0,005	0,001	0	0	0,006	1,00	3027
171	64-56	0	0	0	0	0	0	0	0,00	2066
172	21-20	0	0	0	0	0	0	0	0,00	3695
173	42-41	0,017	0	0,014	0,003	0	0	0,016	0,94	3161
174	O4-O3	0,005	0	0,005	0	0	0	0,005	1,00	3205
175	O3-O2	0,986	0,336	0,146	0,172	0,332	0	0,702	0,71	3683
176	P1-SCA4	0	0	0	0	0	0	0	0,00	2998
177	56-55	0	0	0	0	0	0	0	0,00	2839
178	41-40	0,417	0,096	0,021	0,228	0,072	0	0,298	0,71	3250
179	SCA4-R10	1,034	0,161	0,483	0,131	0,259	0	0,813	0,79	3182
180	O2-O1	0,033	0	0,007	0	0,026	0	0,015	0,45	3703
181	55-54	0	0	0	0	0	0	0	0,00	2839
182	R10-R11	0,803	0,111	0,211	0,117	0,364	0	0,513	0,64	3275



N	Tratto	Area Colante	Aree con diversi coefficienti di deflusso					Area Ridotta	Coeff. Di deflusso medio ponderale Y	Q bianca
			Area Y1 (Coperture in genere) 1.00	Area Y2 (Viabilità, mobilità e trasporti) 1.00	Area Y3 (Aree lotti) 0.70	Area Y4 (Aree verdi) 0.30	Area Y5 (Verde naturale: boschi, pascoli, ecc...) 0.00			
		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha		l/s
183	52-51	0	0	0	0	0	0	0	0,00	80
184	1-SCA1	0,031	0	0,01	0,001	0,02	0	0,017	0,55	3706
185	40-40X	0,045	0,005	0,023	0	0,017	0	0,033	0,73	3345
186	51-19	0	0	0	0	0	0	0	0,00	153
187	SCA1-R4	0,143	0	0,065	0,078	0	0	0,12	0,84	3733
188	40X-39	0,159	0,016	0,046	0,067	0,03	0	0,118	0,74	3436
189	39-38	0	0	0	0	0	0	0	0,00	3436
190	R4-R3	0,057	0	0,035	0,022	0	0	0,05	0,88	3745
191	R3-R5	0,418	0,043	0,318	0,026	0,031	0	0,389	0,93	4755
192	38-20	1,519	0,177	0,241	0	1,101	0	0,748	0,49	3870
193	R5-R6	0,84	0,069	0,336	0,255	0,18	0	0,638	0,76	4885
194	20-19	0	0	0	0	0	0	0	0,00	6997
195	19-53	0	0	0	0	0	0	0	0,00	7087
196	53-54	0	0	0	0	0	0	0	0,00	7087
197	54-SCA2	0	0	0	0	0	0	0	0,00	9210
198	SCA2-SCA3	0	0	0	0	0	0	0	0,00	9210
199	SCA3-R7	0	0	0	0	0	0	0	0,00	9253
		112,849	28,84	27,363	26,004	30,642	0	83,601	0,74	



RISCHIO IDRAULICO

La definizione del Rischio Idraulico secondo il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 180 del 29/9/1998 (da UNESCO, 1984) è:

$$R = H \times E \times V$$

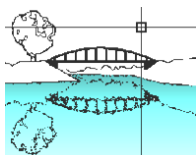
In cui:

- H = pericolosità. E' la probabilità semplice di superamento della portata al colmo di piena. E' legata alle caratteristiche del fenomeno fisico ($P=1/T$).
- E = valore degli elementi di rischio. Popolazione, proprietà ed attività economiche esposti a rischio in una data area.
- V = Vulnerabilità. Capacità di resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento. Corrisponde al grado di perdita degli elementi a rischio E in conseguenza del manifestarsi del fenomeno. E' legata alle caratteristiche di uso del territorio.
- D = E x V = Danno atteso.

Il Rischio idraulico viene classificato in funzione del livello in quattro classi:

- R1: rischio moderato, per il quale sono possibili danni sociali ed economici ai beni ambientali e culturali marginali;
- R2: rischio medio, per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e ai beni ambientali e culturali che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività socio-economiche;
- R3: rischio elevato, per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici, con conseguente inagibilità degli stessi, alle infrastrutture e ai beni ambientali e culturali, con l'interruzione delle funzionalità socio-economiche;
- R4: rischio molto elevato, per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e ai beni ambientali e culturali e la distruzione delle funzionalità delle attività socio-economiche.

Nella seguente tabella viene schematizzata la procedura di formazione della carta del rischio idraulico.



	Danno			
Pericolosità	D1	D2	D3	D4
P1	R1	R1	R2	R2
P2	R1	R2	R2	R3
P3	R2	R2	R3	R4
P4	R3	R3	R4	R4

PERICOLOSITA' IDRAULICA

In linea generale la Pericolosità è la probabilità che un fenomeno potenzialmente distruttivo si verifichi in un dato tempo ed in una data area.

La pericolosità idraulica definisce le caratteristiche del fenomeno fisico sulla base del tempo di ritorno oppure del rischio intrinseco (probabilità che $x(T)$ venga superata una o più volte in N anni)

$$P_N [x(T)] = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

La pericolosità idraulica secondo il DPCM 180 si esplicita in quattro livelli:

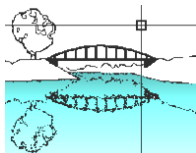
- **Classe P4:** a pericolosità molto elevata, in corrispondenza delle aree allagate per piena con $T = 50$ anni;
- **Classe P3:** a pericolosità elevata, in corrispondenza delle aree allagate per piena con $T = 100$ anni;
- **Classe P2:** a pericolosità media, in corrispondenza delle aree allagate per piena con $T = 200$ anni;
- **Classe P1:** a pericolosità moderata, in corrispondenza delle aree allagate per piena con $T = 500$ anni.

VULNERABILITA'

Si riferisce alle caratteristiche di uso del suolo nell'area esposta a rischio.

E' compresa tra 0 e 1. L'assegnazione è piuttosto soggettiva, fatta eccezione per casi limite:

- Elemento Diga in materiali sciolti: $V=1$
- Elemento Bunker anti atomico: $V=0$
- Quando si ritiene a rischio la vita umana: $V=1$



CLASSIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI A RISCHIO E ATTRIBUZIONE DEL RELATIVO PESO (DPCM N.180)

CLASSE	ELEMENTI	PESO
E1	Aree libere da insediamenti e aree improduttive; zona boschiva; zona agricola non edificabile ; demanio pubblico non edificato e/o edificabile	0.25
E2	Aree con limitata presenza di persone , aree extraurbane, poco abitate, edifici sparsi. Zona agricola generica (con possibilità di edificazione), zona di protezione ambientale, rispetto, verde privato. Parchi, verde pubblico non edificato: infrastrutture secondarie.	0.50
E3	Nuclei urbani non densamente popolati: infrastrutture pubbliche (strade statali, provinciali e comunali strategiche, ferrovie, lifelines, oleodotti, elettrodotti, acquedotti); aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali , commerciali minori); zone per impianti tecnologici e discariche RSU o inerti, zone a cava.	0.75
E4	Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità (densità abitativa superiore al 20% della superficie fondiaria); nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; infrastrutture pubbliche; zona discariche speciali o tossici nocivi; zona alberghiera; zona campeggi e villaggi turistici; beni architettonici, storici e artistici)	1

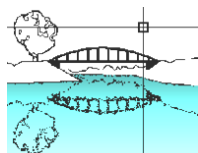
DANNO

Il danno è associato alla vulnerabilità e al numero di elementi a rischio

Il danno si differenzia in quattro classi così definite:

- Classe D4: danno potenziale altissimo: su tali aree fenomeni di esondazione possono provocare ingenti danni ai beni e perdita di vite umane;
- Classe D3: danno potenziale alto: su tali aree fenomeni di esondazione possono provocare danni per la funzionalità del sistema economico e problemi all'incolumità delle persone;
- Classe D2: danno potenziale medio: su tali aree è limitata la presenza di persone e sono limitati gli effetti che possono derivare al tessuto socioeconomico;
- Classe D1: danno potenziale basso: comprende le aree libere da insediamenti che consentono il libero deflusso delle piene.

La determinazione del grado di danno è eseguita in funzione delle zone omogenee del PGT in rapporto alle categorie di uso del suolo:



Classe di elementi a rischio (DANNO)	CATEGORIE D'USO DEL SUOLO
D1	Zona boschiva
	Zona agricola non edificabile
	Demanio pubblico non edificato o non edificabile
D2	Infrastrutture pubbliche (strade comunali consortili non strategiche)
	Zona di protezione ambientale, rispetto, verde privato
	Parchi, verde pubblico non edificato
D3	Ferrovie
	Lifelines: oleodotti, elettrodotti, acquedotti
	Zona agricola generica (con possibilità di edificazioni)
	Zona per impianti tecnologici, discariche Rsu e inerti; zone a cava
D4	Centri urbani
	Nuclei rurali minori di particolare pregio
	Zona di completamento
	Zona di espansione
	Zona artigianale, industriale, commerciale
	Servizi pubblici prevalentemente con fabbricati
	Infrastrutture pubbliche (infrastrutture viarie principali e strategiche)
	Zona di discarica di speciali o tossico-nocivi
	Zona alberghiera
	Zona per campeggi e villaggi turistici

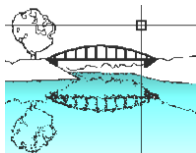
MITIGAZIONE DEL RISCHIO ASSOCIATO AL VERIFICARSI DEI FENOMENI DI PIENA

La mitigazione del rischio di piena è l'insieme di provvedimenti, di tipo strutturale e non, atti a ridurre la frequenza e l'impatto degli eventi alluvionali a limiti compatibili con le caratteristiche socio-economiche dei territori da difendere.

PROVVEDIMENTI STRUTTURALI

Sono provvedimenti che riducono la pericolosità dell'evento mediante:

1. Progettazione di opere intese a **ridurre le portate provenienti dal bacino a monte**, fino a valori compatibili con le capacità di convogliamento degli alvei soggetti ad esondazione:
 - costruzione di dighe, casse di espansione, vasche di accumulo;
 - costruzione di diversivi e scolmatori;
 - sfruttamento delle capacità di invaso di tetti e giardini pubblici e provvedimenti miranti all'aumento della capacità di infiltrazione dei suoli
2. Progettazione di opere intese ad **aumentare la capacità di convogliamento degli alvei** allo scopo di renderli idonei a contenere le portate fluviali corrispondenti a prefissati valori di rischio:
 - sistemazione d'alveo;
 - miglioramento del letto fluviale;



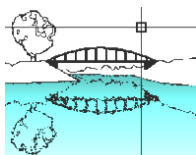
- rettifiche;
- arginature.

PROVVEDIMENTI NON STRUTTURALI

Sono provvedimenti che riducono la vulnerabilità o il valore degli elementi esposti al rischio.

Tali misure sono rappresentate da interventi atti a prevenire o ridurre i danni conseguenti all'evento di piena, senza costruzione di opere che interferiscono con il deflusso delle acque.

1. Provvedimenti di tipo amministrativo destinati a **disciplinare la destinazione d'uso del suolo** di un territorio **tramite l'introduzione di vincoli e restrizioni** fortemente correlati con le caratteristiche idrogeologiche del corso d'acqua e delle aree confinanti e, più in generale, con il modello di sviluppo previsto per il territorio interessato.
2. Provvedimenti intesi a modificare l'impatto delle inondazioni sugli individui e sulle comunità, tramite **campagne di informazione** che abituino la popolazione a convivere con tali sinistri.
3. Provvedimenti intesi a realizzare **sistemi di preavviso di piena, con diffusione dell'allarme alla popolazione e organizzazione e gestione dell'emergenza**. Tali provvedimenti sono subordinati all'individuazione delle aree vulnerabili.



INDIVIDUAZIONE DELLE AREE AD ALTO RISCHIO IDRAULICO

Per l'individuazione del rischio idraulico è necessario quindi conoscere la PERICOLOSITA', cioè la probabilità che un fenomeno potenzialmente distruttivo si verifichi in un dato tempo ed in una data area.

Si è visto nei paragrafi precedenti come mediante l'analisi idrologica si siano potute calcolare le massime portate afferenti ai ricettori finali: fognature e reticolo idrico minore.

Il passo successivo dovrebbe essere quello di stabilire l'idoneità dei tratti ricettori a smaltire quelle stesse portate calcolate; è infatti identificando i tratti di ricettori insufficienti che si localizzano le zone di probabili allagamenti dovuti alla fuoriuscita d'acqua dai ricettori stessi.

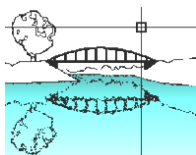
Per questo sono necessarie informazioni dettagliate delle reti di ricettori (pendenze e sezioni) che, purtroppo, in questa fase di studio non sono disponibili.

Preme evidenziare a questo punto una incongruenza di metodo: mentre lo studio idrologico è stato condotto, come indicato dal Regolamento 7, riferendosi ad una legge di pioggia con tempo di ritorno $Tr=50$ anni, le fognature urbane sono progettate e realizzate con una legge di pioggia con $Tr=10$ anni.

Essendo le portate di colmo con $Tr=50$ anni maggiori di circa il 60% rispetto a quelle calcolate con $Tr=10$ anni le tubazioni della rete fognaria, a seconda del diametro, risultano avere un'altezza del pelo libero interno mediamente più alto del 25%-35% rispetto all'altezza del pelo libero generata dalla portata con $Tr=10$ anni.

Si riporta un estratto della tabella di calcolo delle portate con i due tempi di ritorno.

N	Tratto	Q bianca (Tr 50 anni)	Q bianca (Tr 10 anni)	Maggiorazione per arrivare alla Q bianca con Tr=50 anni
		l/s	l/s	
1	B37-B35	39	23	70%
2	B14-B13	52	31	68%
3	45A-45	1255	753	67%
4	44S-43	0	0	0%
5	22A-22	216	129	67%
6	19S-SCA4	0	0	0%
7	15B-15	73	44	66%
8	SCA4S-R12	96	57	68%
9	R8-R9	1826	1096	67%
10	R1-R2	876	526	67%
11	R2S-R4	0	0	0%
12	R5S-SCA2	0	0	0%
13	R9S-R12	402	241	67%



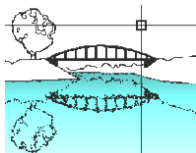
14	B40-37A	1580	949	66%
15	B38-35	133	80	66%
16	B39-37	0	0	0%
17	B36-B35	15	9	67%
18	B34-B33	0	0	0%
19	B30-B29	0	0	0%
20	B32-B31	53	32	66%
...
180	O2-O1	3703	2230	66%
181	55-54	2839	1707	66%
182	R10-R11	3275	1970	66%
183	52-51	80	48	67%
184	1-SCA1	3706	2232	66%
185	40-40X	3345	2012	66%
186	51-19	153	92	66%
187	SCA1-R4	3733	2248	66%
188	40X-39	3436	2066	66%
189	39-38	3436	2066	66%
190	R4-R3	3745	2255	66%
191	R3-R5	4755	2867	66%
192	38-20	3870	2330	66%
193	R5-R6	4885	2946	66%
194	20-19	6997	4230	65%
195	19-53	7087	4286	65%
196	53-54	7087	4286	65%
197	54-SCA2	9210	5588	65%
198	SCA2-SCA3	9210	5588	65%
199	SCA3-R7	9253	5615	65%
				61%

Ciò porterebbe a identificare molti tratti di fognatura come insufficienti allo smaltimento delle portate calcolate e quindi con grado di pericolosità elevato nel calcolo del rischio idraulico.

Ci si limiterà quindi a considerare le zone critiche della rete fognaria e del Reticolo Idrico Minore che ci sono state segnalate dai rispettivi gestori e in queste prevedere delle azioni prioritarie di riduzione del rischio idraulico.

Altra peculiarità del territorio di Lograto è quella che i corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore sono regolarmente utilizzati dai consorzi di bonifica per portare l'acqua ai terreni dei consorziati.

Una buona modellazione idraulica richiede la conoscenza del reale utilizzo di tali canali e dei loro regimi di piena. La presenza d'acqua nei corsi idrici superficiali può essere un problema nel momento in cui si verifica un evento meteorico significativo. In questo caso infatti le reti fognarie drenano l'acqua meteorica delle zone urbanizzate e la recapitano nei corsi d'acqua che, qualora contengano già una rilevante quantità d'acqua per l'irrigazione, non sarebbero più in grado di riceverne altra.



INTERVENTI STRUTTURALI

Nell'allegato grafico sono riportati gli interventi strutturali previsti con le diverse priorità di realizzazione.

Possono essere suddivisi in due tipologie:

- 1) Interventi strutturali pubblici
- 2) Interventi strutturali privati

Interventi strutturali pubblici

Si tratta delle opere che dovranno essere realizzate dal Comune di Lograto:

- 1) Sostituzione di tratti di fognatura presumibilmente non idonei previa verifica delle altimetrie
- 2) Modifica del manto stradale delle strade pubbliche con sostituzione del tappeto d'usura impermeabile con asfalto drenante e canalette laterali
- 3) Indicazione del possibile posizionamento di trincee d'infiltrazione lato strada

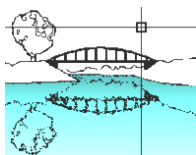
Interventi strutturali privati

Si tratta di opere che i privati dovranno eseguire nell'ambito di interventi di nuova edificazione, di ristrutturazioni edilizie ed urbanistiche, di ampliamenti ed in genere per tutti gli interventi per i quali occorra ottenere dal Comune un titolo autorizzativo.

Questi interventi sono riportati in dettaglio nell'ALLEGATO 1 della presente relazione e dovranno essere recepiti nel Regolamento Edilizio comunale.

INTERVENTI STRUTTURALI PUBBLICI: NUOVI TRATTI FOGNATURA

Nelle zone identificate a rischio di allagamento per la fuoriuscita d'acqua dai ricettori, risulta necessario uno studio approfondito per la verifica dell'insufficienza di tali tratti. In mancanza delle necessarie informazioni dettagliate delle reti di ricettori (pendenze e sezioni), negli elaborati cartografici (*Tav. G.4 – Interventi strutturali pubblici*) si provvede a dare indicazione dei tratti presumibilmente non idonei dei quali si consiglia la sostituzione con tubazioni di diametri maggiori.



INTERVENTI STRUTTURALI PUBBLICI: MANTO STRADALE DRENANTE

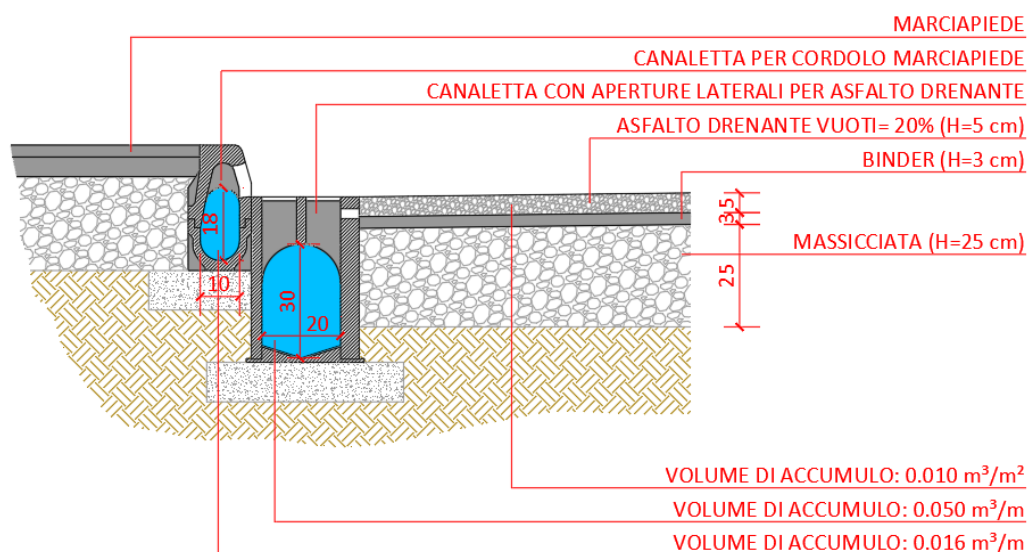
La pavimentazione delle strade pubbliche è generalmente realizzata con una stratigrafia, dal basso verso l'alto, così formata: fondo da 25-30 cm di massiciata in tout-venant rullato, strato di collegamento da 5 cm di binder e tappeto d'usura di altezza 2-3 cm.

Il manto stradale bituminoso risulta quindi impermeabile all'acqua.

La sua sostituzione con uno strato drenante permette di sfruttare i vuoti presenti nel nuovo asfalto (minimo 20%) come volume di laminazione.

Per non compromettere la capacità portante della pavimentazione deve comunque essere mantenuto uno strato di binder impermeabile (per evitare il dilavamento delle particelle fini verso il basso) e create delle canalette laterali per accogliere l'acqua drenata dall'asfalto permeabile.

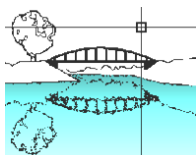
Si riporta di seguito il particolare costruttivo.



Le lavorazioni necessarie per la sostituzione sono:

- Fresatura di 5 cm di asfalto (3 cm di tappeto + 2 cm di binder)
- Realizzazione delle canalette laterali e dell'eventuale sostituzione dei cordoli
- Stesura di 5 cm di asfalto drenante

Nella seguente tabella si riporta il volume di laminazione creato a seguito delle lavorazioni di permeabilizzazione delle strade in funzione della loro larghezza media.



Altezza asfalto: 5 cm	Larghezza strada (m)		
	6.00	7.00	8.00
Volume laminato Asfalto Drenante + Doppia Canaletta litri/m ²	26.67	24.29	22.50
Volume laminato Drenante + doppie canalette e cordoli al litri/m ²	32.00	28.86	26.50
Costo Asfalto Normale €/m ²	11.50	11.50	11.50
Costo Asfalto Drenante + Doppia Canaletta €/m ²	26.83	24.93	23.50
Costo Asfalto Drenante + Doppia Canaletta + Cordolo €/m ²	31.83	29.21	27.25

La superficie di strade pubbliche risultante dal DBT regionale è circa il 87% dell'intera superficie Y2 (28,84 ha) comprendente strade, ciclabili, marciapiedi e quindi:

$$\text{Superficie strade pubbliche} = 0.87 \times 28,84 \text{ ha} = \text{circa } 25 \text{ ha}$$

VOLUME LAMINATO ED EFFETTI SUGLI OBIETTIVI DEL R.R.7

La sostituzione dell'asfalto tradizionale con asfalto drenante e la contemporanea realizzazione delle canalette laterali su tutte le strade pubbliche comunali può realizzare un volume di laminazione complessivo così stimabile:

- $V_{\text{lam}/m^2} = 32 \text{ l}/m^2 : 1'000 = 0,032 \text{ m}^3/m^2$ (ipotizzando una larghezza media delle strade di 6 m)
- $V_{\text{lam}/\text{hai}} = 0,032 \text{ m}^3/m^2 \times 10'000 \text{ m}^2/\text{ha} = 320 \text{ m}^3/\text{hai}$ (volume di laminazione dell'asfalto drenante per ettaro impermeabile)
- $V_{\text{lam}} = 0,032 \text{ m}^3/m^2 \times 25 \text{ ha} \times 10'000 \text{ m}^2/\text{ha} = 8'029 \text{ m}^3$ (volume di laminazione dell'asfalto drenante su tutte le strade pubbliche)

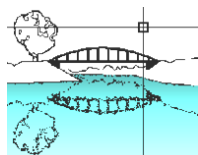
La stima della riduzione di volume da laminare (previsto dal Regolamento Regionale n. 7) conseguente alla permeabilizzazione delle strade pubbliche è la seguente:

- $V_{\text{lam-RR7}} = 800 \text{ m}^3/\text{hai} \times 0,8 = 640 \text{ m}^3/\text{hai}$
- $V_{\text{lam-strade drenanti}} = 320 \text{ m}^3/\text{hai}$
- % Volume laminato rispetto a quello prescritto = $320/640 = 50\%$

Questa percentuale indica la quota parte di volume che viene laminato dalle strade con asfalto drenante rispetto a quello richiesto da normativa.

Un aumento del volume laminato determina la riduzione del coefficiente di deflusso ridotto da applicare alle superfici per il calcolo del volume da laminare.

Il coefficiente di deflusso ridotto (CDr) conseguente alla laminazione del volume sulle strade pubbliche può quindi essere assunto nel seguente modo:



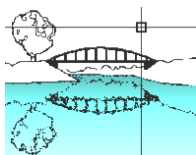
$$320 \text{ m}^3 = 1 \text{ hai} \times (1 - \text{CDr}) \times 640 \text{ m}^3/\text{hai} \rightarrow \text{CDr} = 50\% = 0,50$$

Nelle stesse aree Y2 utilizzate per i calcoli attribuendo un coefficiente di deflusso $\text{CD}=100\%=1$ sono però inserite sia le aree delle strade ma anche quelle dei marciapiedi e delle ciclabili, quindi il reale coefficiente di deflusso CDr da utilizzare nel calcolo puntuale dei nuovi volumi di laminazione necessari a seguito della permeabilizzazione delle strade pubbliche si calcola nel seguente modo:

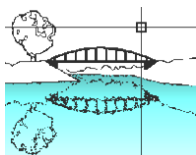
$$\text{CD}_r = \frac{25 \text{ ha} \cdot 0,50 + 3,84 \text{ ha} \cdot 1,00}{28,84 \text{ ha}} \cong 0,57$$

Si sono quindi calcolati i nuovi volumi di laminazione progressivi attribuendo il coefficiente di deflusso ridotto $\text{CDr}=0,57$ alle aree Y2, ottenendo i seguenti risultati.

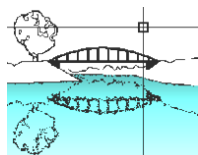
N	Tratto	Stato di fatto con Tr=50 anni		Asfalto Drenante + canalette (Y2=0.57)	
		Q bianca	Vol Lam proprio	Vol Lam proprio	Variazione del volume di laminazione necessario
		l/s	m ³	m ³	%
1	B37-B35	39	86	69	-20%
2	B14-B13	52	113	85	-25%
3	45A-45	1255	3015	2569	-15%
4	44S-43	0	0	0	
5	22A-22	216	447	410	-8%
6	19S-SCA4	0	0	0	
7	15B-15	73	181	161	-11%
8	SCA4S-R12	96	198	146	-26%
9	R8-R9	1826	4536	3922	-14%
10	R1-R2	876	2065	1861	-10%
11	R2S-R4	0	0	0	
12	R5S-SCA2	0	0	0	
13	R9S-R12	402	826	695	-16%
14	B40-37A	1580	3933	3408	-13%
15	B38-35	133	314	244	-22%
16	B39-37	0	0	0	
17	B36-B35	15	32	23	-29%
18	B34-B33	0	0	0	
19	B30-B29	0	0	0	
20	B32-B31	53	115	101	-12%
21	B28-B27	27	58	45	-22%
22	B26-B25	46	95	87	-8%



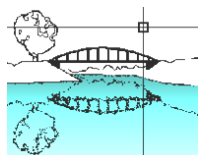
N	Tratto	Stato di fatto con Tr=50 anni		Asfalto Drenante + canalette (Y2=0.57)	
		Q bianca	Vol Lam proprio	Vol Lam proprio	Variazione del volume di laminazione necessario
		l/s	m ³	m ³	%
23	B23-44	1445	3094	2684	-13%
24	B18-B17	113	218	161	-26%
25	B19-B17	97	204	161	-21%
26	B21-B20	0	0	0	
27	B16S-B20	71	145	112	-22%
28	B15-B13	36	89	78	-13%
29	B12-B11	121	267	199	-26%
30	B22-40X	92	227	227	0%
31	B9-P4	144	337	272	-19%
32	B8-P3	175	389	317	-19%
33	B7-P2	92	202	159	-21%
34	B7S-B5	0	0	0	
35	B6-B5	36	74	60	-19%
36	B4-68	235	520	458	-12%
37	B2-B1	154	356	336	-5%
38	B3-B1	0	0	0	
39	1S-72	0	0	0	
40	51A-51	77	212	187	-12%
41	52A-52	80	211	187	-12%
42	52B-52	0	0	0	
43	40A-40	117	247	222	-10%
44	36A-36	43	86	66	-23%
45	34B-34	82	184	152	-17%
46	34A-34	200	540	438	-19%
47	33A-33	83	225	199	-12%
48	32A-32	58	141	125	-12%
49	18S-32	0	0	0	
50	29A-29	34	71	63	-12%
51	29B-29	107	249	231	-7%
52	28A-28	85	198	180	-9%
53	27B-27	174	430	399	-7%
54	27A-27	58	122	104	-14%
55	41A-41	38	88	80	-9%
56	49B-49	142	312	259	-17%
57	49A-49	42	108	103	-4%
58	50A-50	141	308	273	-11%



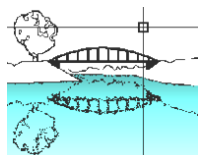
N	Tratto	Stato di fatto con Tr=50 anni		Asfalto Drenante + canalette (Y2=0.57)	
		Q bianca	Vol Lam proprio	Vol Lam proprio	Variazione del volume di laminazione necessario
		l/s	m ³	m ³	%
59	50S-30	0	0	0	
60	47A-47	90	223	211	-5%
61	47B-47	36	81	59	-28%
62	23S-24	0	0	0	
63	23A-23	0	0	0	
64	53S-53A	7	14	12	-12%
65	55S-53	0	0	0	
66	59A-59	63	156	144	-8%
67	60A-60	50	115	100	-13%
68	63B-63	217	452	452	0%
69	63A-63	232	449	449	0%
70	62B-62	69	171	141	-17%
71	62A-62	6	15	11	-26%
72	58A-58	51	109	79	-27%
73	67A-67	135	284	270	-5%
74	66S-64	0	0	0	
75	69A-69	231	502	437	-13%
76	71A-71	538	1256	1075	-14%
77	71B-71	109	273	231	-15%
78	2A-2	27	65	61	-6%
79	3A-3	435	942	825	-12%
80	4A-4	232	486	362	-26%
81	17A-17	304	718	626	-13%
82	18A-18	257	598	492	-18%
83	16A-16	66	145	127	-12%
84	6A-6	107	232	205	-11%
85	7A-7	73	164	148	-10%
86	14A-14	55	130	117	-10%
87	15A-15	89	210	184	-12%
88	8A-8	854	2379	2053	-14%
89	12-II	18	36	29	-21%
90	9A-9	207	476	411	-14%
91	10A-10	195	517	447	-14%
92	11A-11	223	609	537	-12%
93	11-10	264	70	55	-21%
94	15-14	284	320	273	-15%



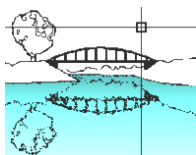
N	Tratto	Stato di fatto con Tr=50 anni		Asfalto Drenante + canalette (Y2=0.57)	
		Q bianca	Vol Lam proprio	Vol Lam proprio	Variazione del volume di laminazione necessario
		l/s	m ³	m ³	%
95	18-17	526	749	661	-12%
96	71-70	633	6	5	-24%
97	68-67	432	468	437	-7%
98	58-57	156	269	236	-12%
99	63-61	474	156	134	-14%
100	23-22	197	408	360	-12%
101	47-46	123	0	0	
102	50-48	155	35	34	-2%
103	27-26	291	148	131	-12%
104	29-28	168	80	72	-10%
105	32-31	156	227	189	-17%
106	34-33	332	143	114	-21%
107	37A-37	1601	61	46	-24%
108	B1-73	244	225	207	-8%
109	53A-SCA3	73	143	138	-4%
110	B20-P6	72	4	2	-38%
111	B27-B25	64	87	57	-35%
112	B35-B33	110	145	122	-16%
113	R2-R3	1149	664	558	-16%
114	R12-R13	488	0	0	
114	R12-R13	488	0	0	
115	45-44	1511	725	524	-28%
116	B13-B11	112	57	42	-27%
117	B33-B31	155	113	95	-16%
118	10-O9	488	116	94	-19%
119	14-13	456	320	273	-15%
120	67-65	723	387	342	-12%
121	62-61	93	44	32	-26%
122	22-21	663	643	563	-12%
123	49-48	202	53	40	-25%
124	44-42	2804	0	0	
125	33-31	435	82	70	-14%
126	37-36	1601	0	0	
127	17-16	818	41	31	-25%
128	B5-P1	218	429	334	-22%
129	B17-B16	295	204	161	-21%



N	Tratto	Stato di fatto con Tr=50 anni		Asfalto Drenante + canalette (Y2=0.57)	
		Q bianca	Vol Lam proprio	Vol Lam proprio	Variazione del volume di laminazione necessario
		l/s	m³	m³	%
130	B25-B24	115	17	13	-26%
131	R9-P6	1869	103	68	-34%
132	B31-B29	265	162	133	-18%
133	P6-P5	1927	0	0	
134	O9-O8	676	10	6	-39%
135	73-72	291	151	129	-14%
136	61-60	577	75	62	-17%
137	48-46	347	0	0	
138	28-26	340	246	228	-7%
139	31-30	575	0	0	
140	36-35	1639	10	6	-35%
141	16-13	874	0	0	
142	B11-B10	335	250	183	-27%
143	B29-B24	268	8	5	-35%
144	72-70	319	91	76	-17%
145	O8-O7	1563	294	254	-13%
146	60-59	663	120	104	-13%
147	46-38	458	0	0	
148	26-25	650	95	83	-12%
149	35-30	1827	226	194	-14%
150	70-69	1050	511	492	-4%
151	13-O5	1436	388	324	-17%
152	B16-B10	305	22	13	-42%
153	B10-P5	626	15	10	-38%
154	P5-P4	2505	154	115	-25%
155	P4-P3	2617	0	0	
156	O7-O6	1654	93	81	-13%
157	59-57	750	127	103	-19%
158	30-25	2427	364	335	-8%
159	69-66	1434	452	421	-7%
160	66-65	1434	0	0	
161	B24-43	445	174	171	-2%
162	P3-P2	2756	0	0	
163	O6-O5	1763	64	53	-17%
164	57-56	903	53	47	-12%
165	25-24	3021	150	115	-23%



N	Tratto	Stato di fatto con Tr=50 anni		Asfalto Drenante + canalette (Y2=0.57)	
		Q bianca	Vol Lam proprio	Vol Lam proprio	Variazione del volume di laminazione necessario
		l/s	m ³	m ³	%
166	43-42	445	0	0	
167	65-64	2066	0	0	
168	24-21	3163	588	508	-14%
169	P2-P1	2826	0	0	
170	O5-O4	3027	4	2	-41%
171	64-56	2066	0	0	
172	21-20	3695	0	0	
173	42-41	3161	10	6	-37%
174	O4-O3	3205	3	2	-43%
175	O3-O2	3683	449	409	-9%
176	P1-SCA4	2998	0	0	
177	56-55	2839	0	0	
178	41-40	3250	191	185	-3%
179	SCA4-R10	3182	520	388	-25%
180	O2-O1	3703	10	8	-21%
181	55-54	2839	0	0	
182	R10-R11	3275	328	270	-18%
182	R10-R11	3275	328	270	-18%
183	52-51	80	0	0	
184	1-SCA1	3706	11	8	-27%
185	40-40X	3345	21	15	-30%
186	51-19	153	0	0	
187	SCA1-R4	3733	77	59	-24%
188	40X-39	3436	76	63	-17%
189	39-38	3436	0	0	
190	R4-R3	3745	32	23	-29%
191	R3-R5	4755	249	161	-35%
192	38-20	3870	479	413	-14%
193	R5-R6	4885	408	316	-23%
194	20-19	6997	0	0	
195	19-53	7087	0	0	
196	53-54	7087	0	0	
197	54-SCA2	9210	0	0	
198	SCA2-SCA3	9210	0	0	
199	SCA3-R7	9253	0	0	
			53505	45973	-17%

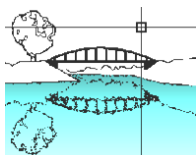


Come si può vedere, la permeabilizzazione delle strade pubbliche tramite asfalto drenante e canalette laterali porta una **riduzione di circa il 17%** del volume di laminazione necessario per gli obiettivi del Regolamento Regionale n. 7 e delle s.m.i..

PRIORITA' DI INTERVENTO

Le strade pubbliche a cui dare la priorità di intervento sono quelle che ricadono nei bacini imbriferi delle reti fognarie con criticità idrauliche. Come riportato nell'allegato cartografico (*Tav. G.4 – Interventi strutturali pubblici*) si evidenzia la fascia di territorio comunale identificata dalle seguenti vie: Via Giuseppe Verdi e Via XXV Aprile (SP21), Via Martiri della Libertà (SP235), Via Gezio Calini, Via Gabriele Rosa, Via G. G. Morando, Via Giuseppe Mazzini, Via Valtulini, Via IV Novembre e Via Torre Calini Carabbiolo. Si tratta di circa 5,5 ha di superfici stradali.

Alle rimanenti strade del centro urbanizzato, che ammontano a circa 11,5 ha di superfici stradali, si attribuisce una priorità d'intervento secondaria, con l'obiettivo che in sede di rifacimento degli asfalti questi vengano realizzati secondo la nuova tecnologia drenante.

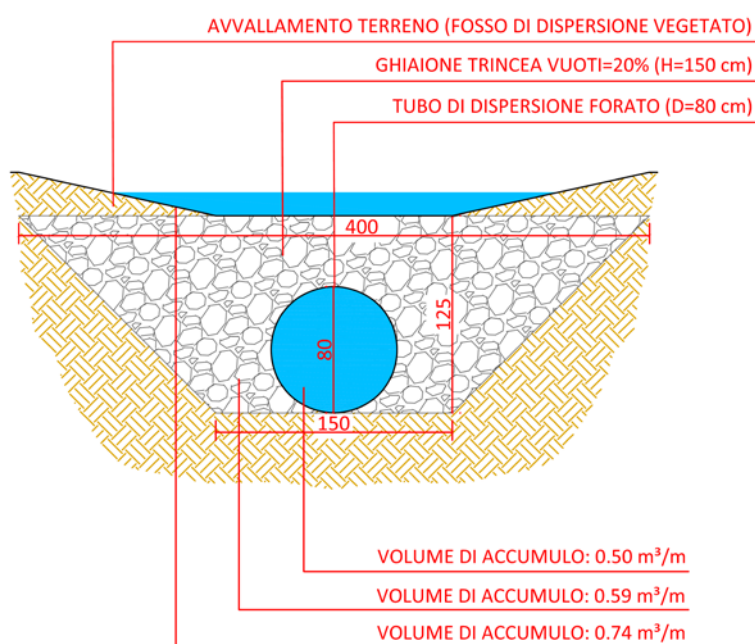


INTERVENTI STRUTTURALI PUBBLICI: TRINCEA DI INFILTRAZIONE

Si dà indicazione del possibile utilizzo di trincee d'infiltrazione utili per la riduzione dei deflussi superficiali e per la laminazione di parte di questi.

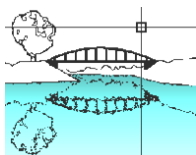
Come riportato nell'ALLEGATO 1 del presente documento, la trincea può essere realizzata superficialmente, con impianti sotterranei o combinando i due sistemi. Si possono ad esempio realizzare fossi di dispersione con sottostanti trincee d'infiltrazione, riempite a ghiaia e vegetate tramite superficie a prato ed essenze vegetali ad alto valore decorativo. Può essere presente anche un tubo forato (tubo di dispersione) per aumentare la capacità d'accumulo e per garantire una più regolare distribuzione delle acque lungo lo sviluppo della trincea.

Si riporta di seguito il particolare costruttivo.



Le principali lavorazioni necessarie sono:

- Taglio di pavimentazione stradale
- Scavo di trincea e posa condutture
- Posa del tessuto non tessuto e del ghiaione
- Reinterro con modellazione del terreno



Nella seguente tabella si riporta il volume di laminazione creato a seguito della messa in opera della trincea di infiltrazione lato strada in funzione della geometria proposta.

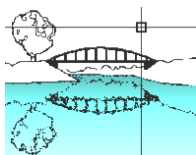
Avvallamento superficiale terreno 12°	Dimensioni		
Inclinazione lato ghiaione 45°	Bsup 3m	Bsup 4m	Bsup 5m
Tubazione diametro 80 cm	binf 1m	binf 1.5m	binf 2m
Vuoti ghiaione 20%	h 1m	h 1.25m	h 1.5m
Volume laminato Trincea + Tubazione + Avvallamento superficiale in m ³ /m	1.22	1.83	2.57
Costo Trincea + Tubazione + Modellazione terreno €/m	260.00	350.00	460.00

Nell'elaborato cartografico (*Tav. G.4 – Interventi strutturali pubblici*) si individuano, in corrispondenza dei tratti di fognatura più critici, le zone dove la sezione stradale consente la messa in opera di trincee d'infiltrazione a bordo strada: via G. Verdi, via XXV Aprile, via G. Calini, via G. Mazzini e via Montessori. Complessivamente si tratta di uno sviluppo lineare di circa 1000 m che, scegliendo di utilizzare una trincea di larghezza pari a 4 m, consentirebbe di laminare un volume di 1'830 m³.

INTERVENTI STRUTTURALI PRIVATI

Si tratta di opere idrauliche che i privati dovranno eseguire nell'ambito di interventi di nuova edificazione, di ristrutturazioni edilizie ed urbanistiche, di ampliamenti ed in genere per tutti gli interventi per i quali occorra ottenere dal Comune un titolo autorizzativo.

Questi interventi sono riportati nell'ALLEGATO 1 della presente relazione e potranno essere recepiti nel Regolamento Edilizio comunale.



MISURE NON STRUTTURALI

Ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, le misure non strutturali possono essere:

- L'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente
- La definizione di una corretta gestione delle aree agricole per l'ottimizzazione della capacità di trattenuta delle acque da parte del terreno
- Misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali misure di protezione civile, difese passive attivabili in tempo reale, ecc...

I Comuni possono promuovere l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica o idrologica per interventi che non ricadono nell'ambito di applicazione del Regolamento n.7.

Un esempio può essere l'estensione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica alla quota parte di edificio non soggetto a trasformazione nel caso di trasformazione urbanistica per solo una quota parte della superficie complessiva.

I comuni possono promuovere l'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile, attraverso i seguenti meccanismi:

a) Incentivazione urbanistica:

1. Il comune può prevedere nel documento di piano gli incentivi di cui all'articolo 11, comma 5, della l.r. 12/2005, che:
 - 1.1. Possono essere riconosciuti come diritti edificatori utilizzabili in opportuni ambiti individuati dal PGT, qualora espressamente previsto dal documento di piano;
 - 1.2. Possono essere utilizzati sull'edificio dal quale si crea l'incentivo volumetrico, purché l'ampliamento non alteri la proiezione al suolo della sagoma dell'edificio originale;
2. Ulteriori misure di incentivazione o anche semplificazione procedurale possono essere definite dalla Giunta regionale nell'attuazione dei disposti dell'articolo 4, comma 2, della l.r. 31/2014;

b) Riduzione degli oneri di urbanizzazione o anche del contributo di costruzione;

Si rimanda alla successiva integrazione del presente documento nel PGT comunale per la definizione puntuale delle misure non strutturali.