

REGIONE LOMBARDIA
Provincia di Lodi



Piano di Governo del Territorio

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA

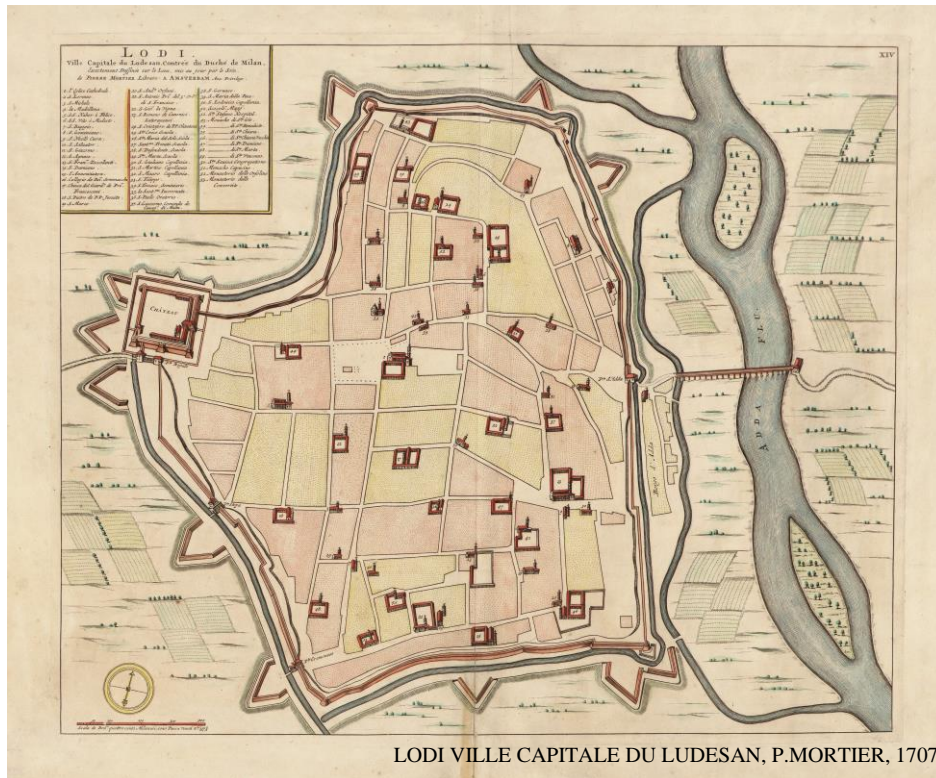
(L.R. 11.3.05 n.12 art. 57, D.G.R. 30.11.11 n. 9/2616 Criteri attuativi, Componente geologica)

Variante

Documento semplificato rischio idraulico

(R.R. 23.11.17 n. 7, art. 14, punto 8)

Relazione Tecnica



LODI VILLE CAPITALE DU LUDESAN, P.MORTIER, 1707

IL GEOLOGO
Dott. Giovanni Bassi
Settembre 2021



Collaboratore: dott. geol. Andrea Anelli

INDICE

PREMESSA.....	3
1. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO.....	4
2. VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA.....	10
3. OPERE DI DIFESA IDRAULICA - MISURE STRUTTURALI	12
4. RISCHIO IDRAULICO - IDROGEOLOGICO	15
5. ANALISI DELLE ZONE CRITICHE	19
6. VULNERABILITA' IDROLOGICA ED IDRAULICA.....	21

ALLEGATI

- 1 – Carta del Rischio Idraulico;
- 2 – PRIM (Programma Regionale Integrato di Mitigazione dei Rischi);
- 3 – Documentazione fotografica (3a, 3b).

PREMESSA

Il Comune di Lodi è dotato di PGT con Componente geologica, idrogeologica e sismica, in fase di aggiornamento, la cui validità è stata prorogata con Delibera del Consiglio Comunale n. 34 del 08/03/2018.

Il Documento di Polizia Idraulica, che deve definire i reticoli idrici (RIM) è in elaborazione da parte del Consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana.

La Variante al PGT in fase di aggiornamento riguarda anche l'applicazione del principio di invarianza idraulica, definito da Regione Lombardia con R.R. 23.11.2017 n. 7 e s.m.i. che indica, all'articolo 14 punto 8, i contenuti del Documento Semplificato di Rischio Idraulico (DOSRI).

R.R.7/ 2017 è stato aggiornato due volte con:

- R.R. n.7 del 29 giugno 2018, che introduce un periodo transitorio di disapplicazione del regolamento per alcune fattispecie di interventi;
- R.R. n. 8 del 19 aprile 2019, che introduce semplificazioni e chiarimenti, a seguito di osservazioni tecniche ed esigenze di precisazioni.

Il testo coordinato del R.R. n. 7 è pubblicato sul BURL n. 51, Serie Ordinaria, 21 dicembre 2019.

Il territorio del comune di Lodi è classificato a Criticità idraulica media (B), nell' Allegato C del R.R. 7/2017 e ss.mm.ii.

R.R. 23 novembre 2017 n. 7, recante "Criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)", si applica su tutto il territorio regionale. R.R.7/2017 fissa criteri e metodi per il rispetto dell'invarianza idraulica ed idrologica con la finalità di ridurre il deflusso delle acque meteoriche non contaminate da suoli impermeabili e/o impermeabilizzabili nelle reti di drenaggio urbano e da queste verso i corsi d'acqua, alleviando così le portate di piena e la pericolosità idraulica.

RR 7/2107 definisce:

- Ambiti territoriali di applicazione, differenziati per il livello di criticità idraulica dei bacini ricettori;
- Portate di scarico limite ammissibili del corpo ricettore;
- Modalità di calcolo delle portate;
- Requisiti minimi da adottare in fase di progettazione di nuovi interventi o ristrutturazioni.

L'applicazione del regolamento riguarda i seguenti interventi:

Interventi edilizi

- Nuova costruzione, compresi gli ampliamenti;

- Demolizione, totale o parziale fino al piano terra e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente;
- Ristrutturazione urbanistica comportante ampliamento della superficie edificata o variazione della permeabilità rispetto alla condizione preesistente all'urbanizzazione.

Infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e parcheggi

- Interventi di riassetto, adeguamento, allargamento di infrastrutture già presenti sul territorio;
- Nuove sedi stradali o di parcheggio.

Nell'art. 14 del R.R. 7/2017, è trattata la modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica ed idrologica.

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

a) il documento semplificato contiene (art. 8, lett. a):

- 1. Delimitazione delle aree a rischio idraulico del territorio comunale, definibili in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali anche del Gestore del Servizio Idrico Integrato;**
- 2. Indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte urbanizzata del territorio che per gli ambiti di nuova trasformazione;**
- 3. 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.**

1. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Le acque di superficie del territorio in discussione sono descritte nei due settori che il fiume Adda definisce alla sua sinistra e destra idrografica. Nel territorio comunale sono presenti numerosi corpi idrici che costituiscono un fitto reticolo distribuito assai omogeneamente nelle zone agricole; trattasi di una rete di età medievale e moderna con rogge che svolgono contemporaneamente funzioni di irrigatore e di colatore (rete

promiscua). Tutto il territorio comunale appartiene al bacino idrografico dell'Adda sub-lacuale.

Qui di seguito si riporta l'elenco delle rogge presenti nel territorio comunale come da PGT vigente:

Fiume Adda (n.1)
cavo Roggione n.2*
roggia Squintana (n.2),
roggia Rio (n. 3),
roggia Mozzanica (n. 4),
roggia Ramello (n.5),
roggia Sorgino ramello (n.6),
roggia Vecchia (n.7),
roggia Nuova (n. 8),
roggia Sorgino Vigadore (n. 9),
roggia El Ri Falcona (n.10),
roggia Dardanona (n.11),
roggia Fratta (n.12),
colatore roggia Rio (n. 13),
roggia Riola (n.14),
roggia Sorgino Incantonata (n.15),
roggia ramo della roggia Rio (n.16),
roggia Alipranda (n.17),
roggia Quotidiana (n. 18),
roggia Galuppina (n. 19),
roggia Curletto (n. 20),
roggia Sorgino Malaspina (n. 21),
roggia Molino S. Grato (n. 22),
roggia Rio del Prete (n. 23),
roggia Bargana Polledra (n.24),
roggia Gissara (n. 25),
roggia Valentina (n.26),
roggia Gelata (n. 27),
roggia Gaetana (n. 28),
roggia Molinetta (n. 29),
roggia Casinetta Olmo (n. 30),
roggia Molina Barbina (n. 31),
canale Muzza (n. 32),
roggia Sandone (n. 33),
roggia Giuda (n. 34),
roggia S. Simone (n. 35),
roggia Cotta Baggia (n.36),
roggia Ospedala (n.37),
roggia Codogna (n. 38),
roggia Crivella (n. 39),
roggia Ortolana Dentina (n. 40),
roggia Paderna (n. 41),
roggia Bertonica (n.42),
roggia Tibera (n. 43),
roggia Paderno Dentina (n.44)
roggia Vesca (n. 45),
roggia Casinetta Boccalera (n.46),
roggia Turana (n. 47),
roggia Quaresima Codognino (n. 48),

roggia Cavallona (n. 49),
 roggia Bargana Filippina (n. 50),
 roggia Bottedo (n. 51).

Caratteristiche idrografiche in sinistra Adda.

Il reticolo idrico del comune di Lodi si estende fitto e funzionale agli scopi per i quali si è venuto formando nei secoli; drenare i terreni e portare, alle colture, le acque d'irrigazione.

Il territorio in esame è dominato dalla presenza del fiume Adda che, correndo da N-O a SE per più di 7 Km, divide in due il territorio comunale. A monte della traversa, posta a valle del primo ponte di Lodi, a quota 64,09 m, l'Adda si estende con percorso di 3.418 m, disegnando 4 meandri, di raggio variabile da 90 a 120 m, a valle della traversa, il fiume prosegue, piegando verso E-S-E fino al confine con Corte Palasio.

Osservando la carta idrografica (All.3) si nota che l'abitato di Lodi si sviluppa quasi completamente in destra idrografica del fiume Adda, lasciando in sinistra un territorio meno urbanizzato, con reticolo idrico che si dispone, in generale, da nord a sud.

Nel reticolo idrico, del territorio in sinistra idrografica, si distinguono, le rogge Squintana, Rio, Negrina, Sorgino, Ramello e Mozzanica.

La Roggia Squintana, che costituisce la principale linea di drenaggio, deriva le sue acque del fiume Tormo, poco a monte della frazione omonima, entra in territorio comunale da N-O per proseguire verso S-O; questo andamento differenzia roggia Squintana dalle linee di drenaggio, prevalentemente disposte in senso meridiano, degli altri dei corsi d'acqua di sinistra orografica. Lungo il suo percorso raccoglie le acque di buona parte dei corsi d'acqua che stanno alla sua destra orografica: roggia Vecchia, Sorgino Vigadore, Dardanona, Riola, Alipranda, Rio e Nuova.

Sottopassata la SP ex SS 235, roggia Squintana è canalizzata, fino a c.na Molino Rotto anche con numerosi sottopassi cui è costretta dalla nuova viabilità tangenziale; confluisce in Adda, a quota 64,00 m, dopo un percorso di oltre 10 km, mantenendo andamento prevalentemente naturaliforme con meandri e sponde in terra.

Roggia Ramello Negrina deriva dal fiume Tormo e per il suo primo tratto entro il territorio di Lodi, corre parallelamente a roggia Squintana, abbandona questo percorso, deviando verso Sud sottopassando S.P. ex SS 235 in prossimità di Ca di Lana, mantiene questo orientamento fino alla confluenza in Adda, segnando il confine con Corte Palasio.

Roggia Rio ha 9 km di percorrenza, misurati dal suo ingresso da nord e fino alla confluenza in R. Squintana, in prossimità del fiume Adda, è il secondo corso d'acqua, per lunghezza, tra quelli di sinistra orografica. Da roggia Rio derivano due importanti corsi d'acqua: Ramo di Roggia Rio, in prossimità di frazione Riolo, che confluisce più a Sud in

R. Alipranda e Sorgino Negrina, in prossimità di frazione Fontana, che confluisce a S-O in R. Negrina.

Roggia Mozzanica è localizzata, nel territorio in discussione, nella porzione più prossima all'Adda, proviene da Boffalora d'Adda, percorre un paleomeandro fin quasi a toccare il fiume, dove confluirebbe se non fosse impedita da opere di contenimento. Sottopassata la S.P. 25, riprende a percorrere il paleoalveo, supera c.na Pesalupo, ricevendovi le acque dei due rami di roggia Galuppina. In località Curletto la Roggia Mozzanica alimenta gli adacquatori aziendali e si divide in due rami: il primo corre parallelo a S.P. 25, entra nella zona urbanizzata di Campo di Marte e si immette nella fognatura civica, il secondo confluisce in Adda, a quota 64,50 m e a monte dell'ex S.I.C.C. dopo un percorso di più di 6,5 km.

Procedendo da est verso ovest si incontrano, in successione: roggia Vecchia (n. 7), Nuova (n. 8), Sorgino Vigadore (n. 9), El Ri Falcona (n. 10), Dardanona (n. 11), Fratta (n. 12), Colatore r. Rio (n.13), Riola (n. 14), Sorgino Incantonata (n. 15), Ramo Rio (n. 16), Alipranda (n. 17), Quotidiana (n. 18), Galuppina (n. 19), Curletto (n. 20) e Sorgino Malaspina (n.21).

Proseguendo nella descrizione dei corsi d'acqua si segnalano le rogge Vecchia e Fratta che, dopo aver irrigato buona parte dei coltivi nord orientali, sovrappassano R. Squintana e sottopassano S.P. ex S.S. 235 ed entrano in territorio di Corte Palasio, roggia Sorgino Vigadore, un tempo con percorso più lungo rispetto a quello attuale e probabile ramo secondario di R. Vecchia, entra in località Vigadore, dove è tombinata e, ricevute le acque di colatore Riola in sinistra idrografica, si immette in roggia Squintana.

Roggia Dardanona entra nel territorio comunale da Nord, segna il confine del territorio comunale fino a c.na Filippina e, dopo aver sottopassato Roggia Ramo di Riola, si divide in due: un ramo secondario si immette in roggia Riola, l'altro, principale, sottopassa roggia Squintana e alimenta un canale che irriga i coltivi a sud est.

Il ramo di roggia Riola è un importante colatore che raccoglie e drena le acque del territorio compreso tra Dardanona e Riola e le scarica, più a valle, in roggia Sorgino Vigadore a valle dall'omonima cascina.

Roggia Riola proviene dal territorio di Dovera, corre parallelamente alla S.P. ex S.S. 472, si divide in due rami: uno entra in frazione Riolo, sovrappassa roggia Rio, presso la scuola elementare e, dopo aver irrigato, confluisce in R. Squintana, il secondo ramo sottopassa S.P. ex S.S 472 e irriga i coltivi a monte di frazione Riolo, fino ad immettersi in un ramo laterale di Dardanona. Nel tratto in cui la roggia entra in frazione Fontana si segnalano

scarichi civili eseguiti direttamente in alveo, che compromettono la qualità delle acque e delle sponde.

La **Roggia Alipranda**, ha origine nel territorio di Dovera, come continuazione di Dardanona e, con i suoi 5.277 m di percorso, e la roggia, in sinistra idrografica, di lunghezza maggiore.

Tracciando una linea di drenaggio N-S divide il territorio in due porzioni, ricevendo contributi dai numerosi coli sia da est che da ovest. La funzione di colatore, esercitata da questa roggia, è ostacolata, dal cimitero sino al suo sottopasso con la nuova tangenziale, da vegetazione, da scarsa manutenzione e da manifesti pubblicitari collocati direttamente in alveo.

Roggia Galoppina solca il territorio di Boffalora, a monte di Lodi, con il toponimo di Villana, si divide in diversi rami tra cui roggia Quotidiana, così irrigando buona parte del territorio comunale tra Portatore Alto e Basso, c.na Pesalupo fino a c.na Codignola.

Roggia Sorgino Malaspina, con 927 m di lunghezza, è il corso d'acqua più corto presente in questo settore del territorio di Lodi, è alimentato da risorgenze al piede di un terrazzo morfologico in località Fontana, scorre in un paleoalveo di Adda e confluisce in Roggia Squintana.

Caratteristiche idrografiche in destra Adda.

Roggia Roggione entra in Lodi provenendo da Montanaso Lombardo corre, nella golena d'Adda, a nord est del territorio comunale, prosegue parallela al fiume, e, dopo 2.900 m circa, vi sbocca a poco a monte del primo ponte.

Il reticolo idrico appare fitto, ma al contrario di quanto avviene in sponda sinistra, le rogge, nel loro complesso sia pur tutte derivate dal canale Muzza, hanno andamenti meno ordinati, spesso intersecati e, di recente, in buona parte variati per la riforma della distribuzione di acqua irrigua eseguita dal Consorzio di Muzza.

Questa minore omogeneità è determinata anche dalla urbanizzazione cittadina, che si è sviluppata verso ovest a discapito del seminativo irriguo, inglobando, nella sua espansione, buona parte del reticolo idrico minore che è, in parte, integrato con la fognatura civica.

La zona più occidentale del territorio comunale è solcata dalle seguenti rogge contraddistinte con il numero d'ordine, della Carta idrografica del PGT: Muzza 32, Sandone 33, Giuda 34, San Simone 35, Cotta Baggia 36, Ospedala 37, Codogna 38, Crivella 39, Ortolana Dentina 40, Paderna 41, Bertonica 42, Tibera 43, Paderno Dentina

44, Vesca 45, Casinetta Boccalera 46, Turana 47, Quaresima Codognino 48, Cavallona 49, Bargana Filippina 50, Bottedo 51.

Muzza è il grande canale di irrigazione d'Italia con derivazione dal fiume Adda a Cassano, e tra i più antichi della Lombardia, entra in Lodi da Tavazzano con Villavesco e si mantiene, per quasi tutto il suo percorso, sul confine comunale orientale. Dalla Muzza derivano diverse rogge di portata considerevole: a nord ovest Sandona, San Simone, Bertonica, a sud ovest roggia Turana, Quaresima, Cavallona e Ospedala.

Roggia Sandona si differenzia notevolmente, dall'andamento delle altre rogge del settore occidentale, per il percorso est ovest, che, da Muzza, mantenendosi parallelo alla S.P. 115, si estende fino a raggiungere l'area urbana, qui scorre, a tratti intubata, fino a confondersi con la fognatura in prossimità dell'incrocio con via Dalmazia e via Milano.

Roggia Bertonica deriva da Muzza, a monte del canale Belgiardino e a monte del sovrappasso della Roggia Sandona, vicino alla S.S. 9, riceve le acque immesse da roggia Tibera, mostra condizioni di degrado ambientale. Dopo un breve percorso nell'abitato Roggia Bertonica torna visibile in prossimità del distributore di benzina, lungo S.S. 9, continua il suo tragitto a Sud di Lodi con uno sviluppo di circa 10.000 m.

Anche roggia Ortolana è difficilmente percorribile ha subito deviazioni nell'ultimo tratto e, dopo aver sottopassato la tangenziale, è intubata, esce a cielo aperto in corrispondenza della circonvallazione e si spaglia nei coltivi a valle della via Emilia.

Rogge Ortolana e Giuda sono derivazioni canalizzate della roggia San Simone, mantengono percorsi differenti: la prima si dirige verso ovest, entrando in città, la seconda dirige a Sud e, nei pressi di c.na Pizzafuma, sovrappassa Roggia Ospedala ed esce dal comune.

Rogge Quaresima, Cavallona, Ospedala, Crivella, scorrono da nord-ovest a sud del territorio occidentale di Lodi. Anche Roggia Casinetta Boccalera, che ha origine da roggia Crivella, muove nella stessa direzione e, dopo aver sorpassato Roggia Bertonica, è intubata in via Guido Rossa. Ritorna a cielo aperto, in viale Olimpia, fino alla ferrovia, al di là della quale è ancora intubata; nei tratti ispezionabili manifesta segni di abbandono e di degrado ambientale. La roggia esce definitivamente dalla città in prossimità del campo sportivo scolastico e arrivata nella frazione Olmo per poi uscire dal territorio comunale.

Roggia Cotta Baggia entra in città in viale Pavia, raccoglie le acque miste del centro abitato e all'incrocio di via Marchesi con la strada Vecchia Cremonese convoglia verso il depuratore. Dell'antico percorso della roggia rimane uno stagno in pessimo stato di manutenzione.

Roggia Bargana Filippina, dopo aver percorso un tratto urbano spesso intubato, esce dalla città e, correndo parallelamente alla Cassinetta, raggiunge frazione Olmo per uscire, poi, dal territorio comunale.

Roggia Molino S. Grato deriva da canale Muzza, corre parallela alla S.S. 9, segnando per un tratto il confine con Montanaso Lombardo e confluisce in roggia Gissara.

Le **Rogge Gissara e Valentina** provengono da Montanaso e, correndo parallele, raggiungono frazione Torretta, qui sono intubate. Roggia Valentina entra in città intubata, mentre roggia Gissara resta a cielo aperto, in prossimità di via Pulignano, è canalizzata. Dopo un ulteriore tratto intubato, prosegue con il toponimo di Roggia Gaetana in via Milano, sottopassata S.P. 16 e dopo aver ricevuto le acque di roggia Gelata, confluisce in Roggia Roggione.

Roggia Gelata nasce da risorgenze al piede del terrazzo morfologico di c.na Pulignano; quest'area è in buono stato ambientale, come sono le acque e la vegetazione acquatica e di ripa. Questo fontanile, in piena città, è da mantenere come testimonianza delle condizioni passate del territorio.

Roggia Bargana Polledra la roggia nasce da colli, in prossimità di c.na Cascinazza e raccoglie anche scarichi di diversa natura, arrivando a c.na Polledra in stato non buono. Nel settore a sud ovest della città le rogge mantengono andamento naturaliforme. In particolare **Rio del Prete**, che nasce da risorgive al piede dell'orlo di terrazzo morfologico e scorre verso roggia Molina entro sponde ricche di vegetazione, costituisce un segno significativo di ambiente ben conservato.

Non così ben conservate sono la roggia Molina Barbina, la sua confluyente roggia Molinetta e Casinetta Olmo, che sono in cattivo stato.

2. VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

Nel PGT è stata definita la vulnerabilità idrogeologica sulla base della soggiacenza della falda e della permeabilità del non saturo (Fig. 1 – Carta di sintesi da PGT vigente).

La vulnerabilità verticale della prima falda è calcolata in base al tempo impiegato da un eventuale inquinante per raggiungere, da piano campagna, l'acquifero superficiale è legato a numerosi parametri tra cui la natura dell'inquinante e la composizione del suolo e del sottosuolo. Il tempo di infiltrazione complessivo è calcolato sommando i tempi di infiltrazione nel suolo e nel substrato non saturo fino al raggiungimento del pelo libero della falda.

L'intero territorio in discussione è dichiarato da Regione Lombardia a rischio nitrati di origine agricola.

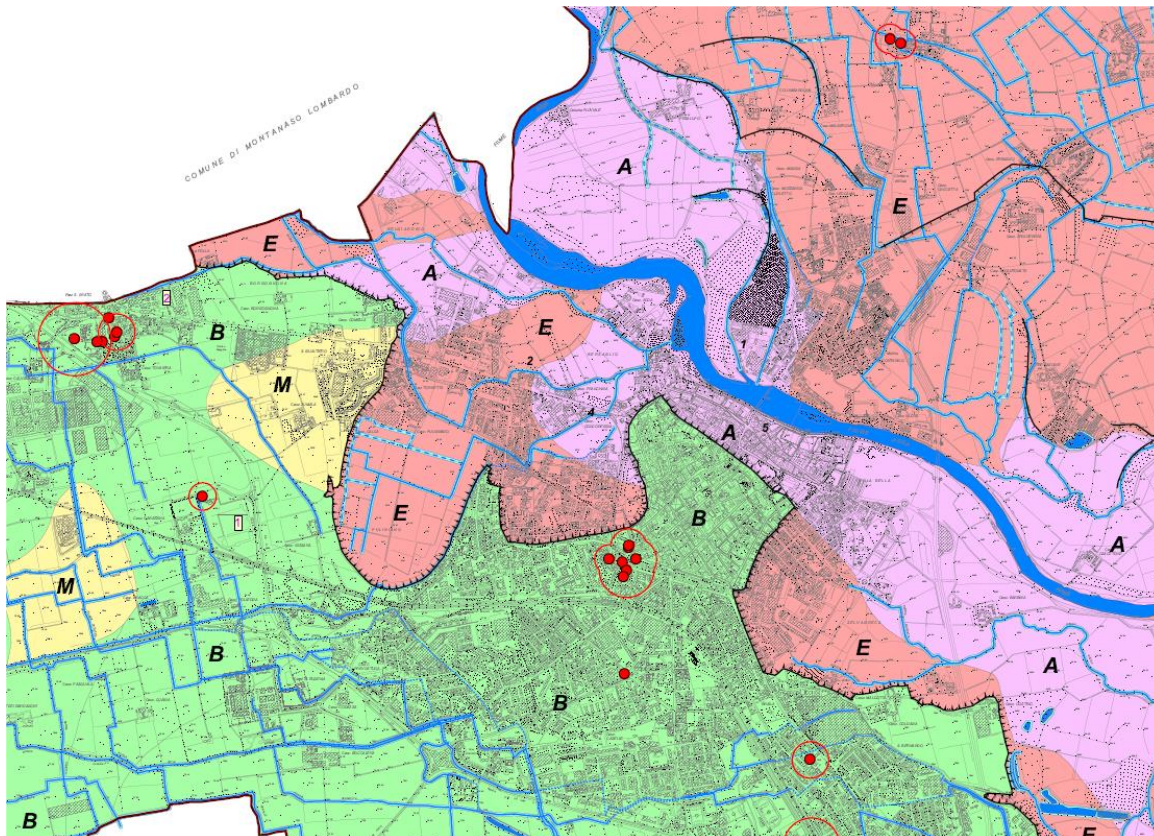
Il settore orientale del territorio in discussione è caratterizzato principalmente da elevata vulnerabilità idrogeologica, determinata da depositi superficiali molto permeabili e da bassa soggiacenza della falda freatica.

Viceversa il settore occidentale è a bassa vulnerabilità dovuta sia alla soggiacenza della falda, sia allo strato superficiale, potente da 2.5 a 6 m, poco permeabile (Livello Fondamentale della Pianura).

I terreni della valle dell'Adda (Valle alluvionale) sono caratterizzati da scarsa profondità della falda, subaffiorante al piede del terrazzo, in destra idrografica e da depositi prevalentemente granulari, con locali livelli più fini nelle aree di paleomeandro.

La vulnerabilità pertanto varia da alta, in prossimità del corso d'acqua, ad elevata nelle zone al piede del terrazzo morfologico principale.

Le zone di rispetto dei pozzi pubblici per uso idropotabile, indicate in carta, hanno un'estensione variabile per ogni pozzo, determinata con criterio temporale e/o idrogeologico; ove si rilevano più pozzi ravvicinati, le singole fasce di rispetto sono unite in un'unica superficie di inviluppo.



Classi di vulnerabilità idrogeologica:

B	BASSA
M	MEDIA
A	ALTA
E	ELEVATA

Fig. 1 – Estratta da Carta di Sintesi, PGT 2010.

3. OPERE DI DIFESA IDRAULICA - MISURE STRUTTURALI

Sono stati definite una serie di opere per la difesa idraulica delle porzioni di territorio comunale soggette ad esondazione sulla base dei pregressi studi idraulici eseguiti (2001-2016). Tali opere sono le seguenti:

- Difesa idraulica su roggia Roggione in sostituzione di quelle poste sulle rogge Gaetana, Gelata e Valentina a nord di V.le Milano e altre opere complementari. Tali opere collaudate sono in grado di risolvere problemi di rischio idraulico di tutto il Quartiere “Pratello”;
- Realizzazione, in sponda sinistra idrografica, immediatamente a monte del Ponte Storico, dell’argine a protezione della zona ex “SICC”. Tale opera, ha eliminato il rischio idraulico della porzione del Quartiere “Revellino” posta tra

l'argine, Via Cavallotti e S.P. n° 25, senza provocare alcun incremento del livello idrico di piena nelle altre zone. Tale opera è collaudata;

- Realizzazione e collaudo, in sponda sinistra idrografica, a monte del Ponte Storico, dell'argine lungo la S.P. n° 25 Lodi-Boffalora d'Adda nel tratto compreso tra la rotatoria di C.na Negrina e la Colonia fluviale "Caccialanza", nonché della chiavica sulla roggia Mozzanica. Tale opera è in grado di ridurre significativamente il rischio idraulico dei Quartieri "Campo Marte" e "Revellino" provocando un incremento del livello idrico a monte del ponte vecchio in corrispondenza della piena di riferimento duecentennale di circa 15 cm;
- Realizzazione e collaudo, in sponda destra idrografica, a monte del Ponte storico, dell'argine nel tratto tra la spalla destra del ponte e la S.P. n° 202 Lodi-Montanaso Lombardo, nonché della chiavica sulla roggia Roggione in corrispondenza della confluenza in Adda. Tale opera è in grado di risolvere i problemi di rischio idraulico dei quartieri "Martinetta", "Bersaglio", "Capanno", della zona di Via Defendente Lodi e, in generale, di tutto il territorio posto in destra idrografica a monte del Ponte storico, provocando un incremento del livello idrico a monte del Ponte storico per piena di riferimento duecentennale, di 4÷5 cm;
- Realizzazione e collaudo, a valle del Ponte Storico, in sponda destra idrografica, dell'argine, che si estende dalla spalla destra del ponte all'esistente rampa di accesso di Via G. Massena alla nuova Tangenziale Est. Tale opera, a cui si aggiunga quanto previsto al successivo punto 6), è in grado di risolvere i problemi di rischio idraulico dei quartieri "Selvagreca", "Isola Bella" e "Borgo Adda", senza provocare alcun un incremento del livello idrico di piena nelle altre zone;
- Progetto in esecuzione, a valle del Ponte Storico, in sponda destra idrografica, della chiavica su roggia Molina in corrispondenza dell'attraversamento del rilevato della tangenziale e delle opere di chiusura temporanea (in occasione degli allarmi di piena) dei dossi viari all'altezza delle intersezioni tra detto rilevato e le esistenti strade campestri. Tali opere saranno in grado di risolvere i problemi di rischio idraulico del depuratore e della zona "Laghi";
- Progetto esecutivo in appalto, a valle del Ponte storico, in sinistra idrografica, dell'argine, che si estenderà dalla spalla sinistra del ponte all'esistente rilevato della nuova Tangenziale Est in zona "Molino Contarico". Tale opera sarà in grado di risolvere i problemi di rischio idraulico della porzione del Quartiere

“Revellino” a sud della S.P. ex S.S.235, senza provocare alcun incremento del livello di piena. È stato licenziato il progetto di fattibilità tecnica ed economica;

➤ Formazione, in corrispondenza della sponda sinistra del Ponte storico, di una campata aggiuntiva, rettifica del coronamento della briglia esistente con abbassamento della porzione sinistra a livello di quella destra e pulizia d'alveo in sinistra idraulica sia a monte, che a valle del ponte. La formazione della campata aggiuntiva ha lo scopo di aumentare la sezione libera di deflusso, mentre la pulizia d'alveo e la rettifica della briglia serviranno ad incrementare l'efficacia idraulica delle campate in sinistra rispetto alla situazione attuale. Per tali opere, che produrranno una diminuzione dei livelli idrici a monte del ponte vecchio dell'ordine di 5÷10 cm, è stato licenziato il progetto di fattibilità tecnica ed economica;

➤ Abbassamento già eseguito della briglia esistente a valle del ponte vecchio di circa 1÷1,5 m e ristrutturazione del “corazzamento” dell'esistente isolotto. A tale abbassamento, cui corrisponde una diminuzione dei livelli idrici a monte della briglia (e del Ponte storico) di circa 10 cm al massimo, si accompagnano il consolidamento delle fondazioni del Ponte Storico, in modo da evitare che la diminuzione delle quote di fondo alveo a monte della briglia provochi la crisi statica delle pile in alveo, il consolidamento dell'isolotto ed il “corazzamento” del fondo alveo immediatamente a valle del ponte. Tali opere sono state collaudate.

Il complesso delle opere previste dal quadro generale degli interventi è riportato nella tabella seguente, in cui è indicato anche lo stato di attuazione delle opere.

OPERA		STATO DI ATTUAZIONE
1	Chiaviche su rogge Gaetana Gelata e paratoie su roggia Valentin	Opera collaudata nel 2007
2	Argine sinistro a monte del Ponte Storico (I lotto – zona ex SICC)	Opera collaudata nel 2010
3	Argine sinistro a monte del Ponte Storico (II lotto – S.P. 25)	Opera ultimata e collaudata ai fini idraulici; funzionante dal Dicembre 2014
4	Argine destro a valle del Ponte Storico	Opera collaudata; funzionante nel 2010
5	Argine destro a monte del Ponte Storico e chiavica alla confluenza tra cavo Roggione e fiume Adda	Opera collaudata nel 2017
6	Consolidamento fondazioni Ponte Storico, abbassamento briglia a valle del Ponte e corazzamento Isolotto "Achilli"	Opera nel 2013 con successivo collaudo
7	Chiavica sulla roggia Molina e chiusura fornicci stradali Tangenziale	Opera con lavori in esecuzione
8	Argine sinistro a valle del Ponte Storico	Opera con progetto di fattibilità tecnico-economica gennaio 2018
9	Campata aggiuntiva sinistra del Ponte Storico	Opera con progetto di fattibilità tecnico-economica gennaio 2018

In verde (1-2-3-4-5-6): opere collaudate,

In arancione (7): opera in esecuzione,

In rosso (8-9): opere con progettazione in corso.

4. RISCHIO IDRAULICO - IDROGEOLOGICO

Sulla base dei dati raccolti e selezionati è stata prodotta la Carta del rischio idraulico (Allegato 1) dove sono evidenziati gli elementi che concorrono a configurare il rischio idraulico che si descrivono qui di seguito.

Aree allagabili per conformazione morfologica

Sulla base del "Digital Terrain Model", del Geoportale di Regione Lombardia, dal rilievo altimetrico sono state individuate le zone morfologicamente depresse che, incrociate con l'idrografia, sono classificate come critiche perché allagabili.

Sono state individuate 6 zone critiche sia in sinistra che in destra Adda. In queste aree sono state individuate aree allagabili per conformazione morfologica.

Assetto idrogeologico

L'assetto idrogeologico del territorio comunale è dominato dall'azione drenante del fiume Adda e dalla sua attività erosiva.

I due elementi dominanti dell'assetto della superficie freatica sono la convergenza verso l'asta fluviale e la direttrice regionale di flusso sotterraneo, in questo settore di pianura, allineata da NNO e SSE.

La soggiacenza della falda varia notevolmente da un settore morfologico all'altro, soprattutto, a causa dell'elevazione delle aree e della distanza relativa dai significativi orli di terrazzo morfologico. Nella porzione più occidentale del territorio mancano dati diretti sulla profondità della superficie freatica, ma a Lodi Vecchio, nel mese di febbraio, quindi in fase di massima profondità dell'acquifero superficiale, si è rilevata soggiacenza di circa 2 m, nelle aree debolmente depresse.

Si ritiene che questo valore di soggiacenza si mantenga più o meno costante, dal confine comunale occidentale verso NE, fino a due a tre km dall'orlo del terrazzo morfologico principale.

In prossimità dell'orlo del terrazzo, si osserva, la soggiacenza massima dell'acquifero da p.c. di 8-10 m

Alcune misure di soggiacenza, su pozzi dell'acquedotto civico, sembrano indicare che, al di sotto del centro storico di Lodi, a causa dello sfruttamento dell'acquifero e della scarsa alimentazione in un lembo di terrazzo morfologico isolato su tre lati, si sia creato un sensibile cono di depressione. Questo fenomeno potrebbe aver provocato l'inversione della funzione dell'Adda da drenante ad alimentante. Tuttavia in assenza di misure sistematiche dei livelli statici restiamo nel campo delle ipotesi. Dalle poche misure di soggiacenza, rilevate al piede del terrazzo, anche in questa zona, col fiume in magra, il flusso idrico della falda è diretto verso Adda.

Non si dimentichi anche che, negli ultimi decenni, il talweg (fondo alveo del fiume) dell'Adda, ha oscillato di molti metri. Dopo il "taglio del Casellario" (1975-76) la lunghezza del fiume, da Soltarico a Lodi, si è ridotta da circa 14 a 7,5 Km, ciò ha innalzato la pendenza del fiume provocandone l'erosione del fondo con velocità media di 10 cm/anno. Il talweg a Lodi si è così abbassato di almeno 3 m. Il pelo libero della falda, di conseguenza, si è adeguata al nuovo profilo del fiume. Con la costruzione della traversa a valle del ponte ottocentesco, anni 80, lo scenario idrogeologico a monte e a valle della briglia si è differenziato poiché il riferimento finale dello scorrere delle acque sotterranee deve adeguarsi a due talweg differenziati.

Al piede della scarpata morfologica la falda può essere subaffiorante mentre soggiace media di meno 3 m in gran parte della valle fluviale; tali profondità possono diminuire significativamente durante le piene prolungate.

Sulla pianura laudense in destra Adda, le isopieze si dispongono prevalentemente da NW a SE, con gradiente verso Adda che ruota ad est o a ENE nel settore sud-occidentale, in prossimità della scarpata morfologica e verso sud, allontanandosi da essa. Il gradiente idraulico è fino all'1% nella fascia di 2 km dall'orlo del terrazzo morfologico, diminuisce verso SW e nella valle dell'Adda (1-2‰).

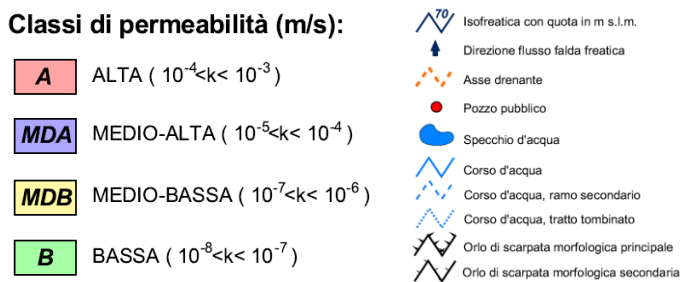
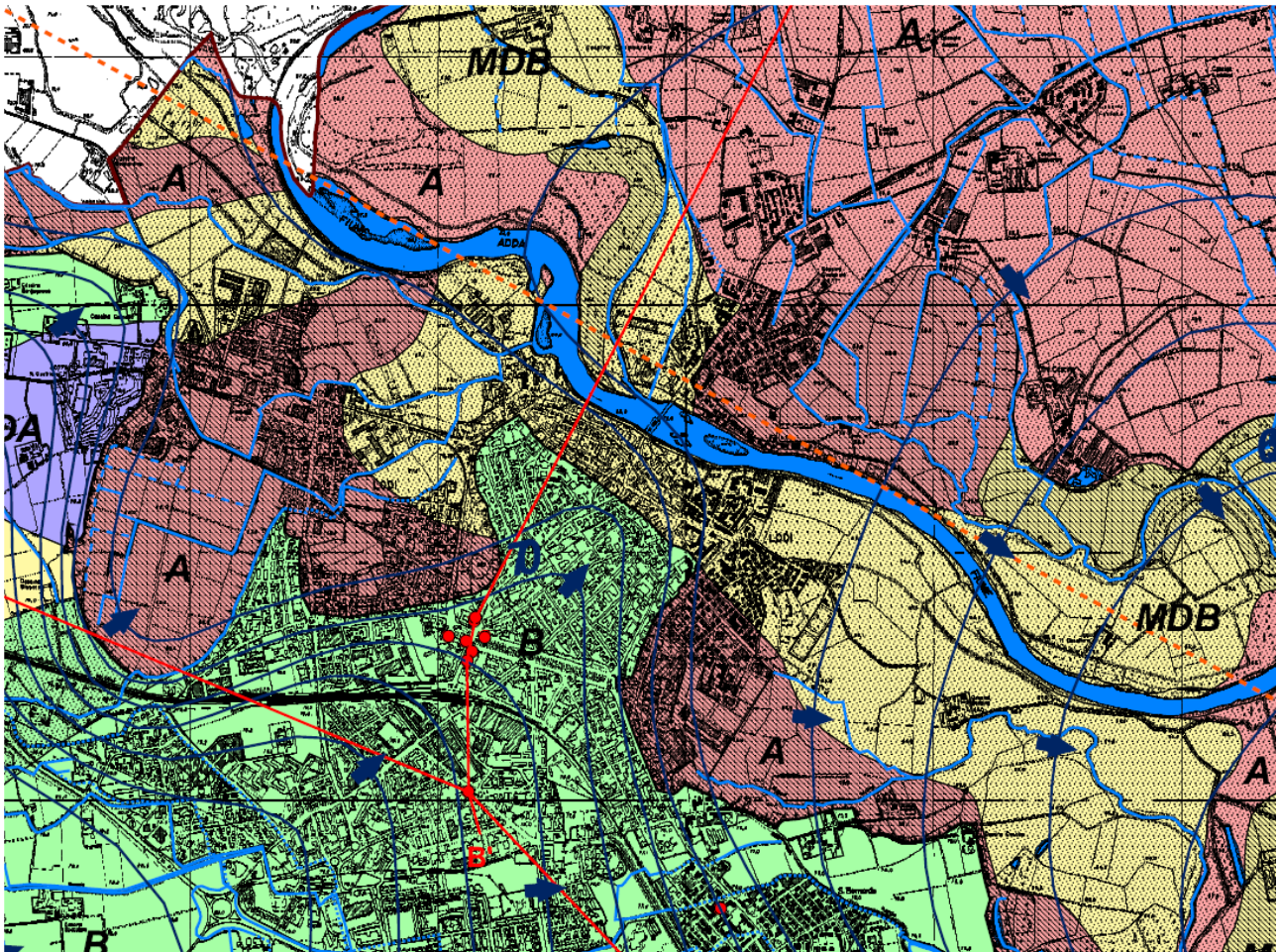
In sinistra Adda, nella porzione più alta del territorio, le isoipse del terreno sono allineate prevalentemente OE e, mancando una scarpata netta come quella in destra idrografica, le isopieze sono prevalentemente parallele alle isoipse, con pendenza verso sud. A causa degli stessi fattori e dell'alimentazione proveniente dalla fascia dei fontanili, la soggiacenza dell'acquifero è generalmente inferiore a 1.5 m (valori minimi), con locali approfondimenti dovuti a gradini morfologici o terreni altimetricamente più elevati.

Indubbiamente questa situazione si modifica in prossimità dell'Adda, dove l'azione drenante del fiume è prevalente sul gradiente idrogeologico regionale. Questa rotazione è più accentuata, diretta verso ovest, nel settore NO, in sinistra Adda, adeguandosi all'andamento meridiano del fiume; nel settore centro meridionale il flusso di falda è diretto a SSO. Il regime idrogeologico della falda, come in tutta la pianura, è caratterizzato da minimi invernali e da massimi primaverili-estivi legati determinati dalle irrigazioni, dalle precipitazioni e, in subordine dalle piena dell'Adda ma solo nelle zone di golena.

La differenza tra livelli massimi e minimi è di circa 1 metro, con oscillazioni maggiori nelle zone vicine all'Adda. In Fig. 2 è riportata la "Carta idrogeologica" del PGT vigente con la suddivisione del territorio comunale sulla base delle soggiacenze della falda freatica; vi si riportano inoltre le principali direzioni di flusso. Si suddivide il territorio in esame in tre zone con le seguenti caratteristiche di permeabilità e drenaggio.

1. Livello Fondamentale della pianura (unità geomorfologica LF2-LF3): depositi caratterizzati da permeabilità medio-bassa nei primi metri (sabbie medio-fini, limi e argille) e da permeabilità medio elevate in profondità. Il drenaggio può essere localmente difficoltoso per l'azione congiunta di depositi fini e di suoli profondi;
2. Valli terrazzate (unità geomorfologica VT1-VT2): permeabilità generalmente alte in superficie ed in profondità (ghiaie e sabbie). Locali diminuzioni di permeabilità superficiale nelle aree debolmente depresse. Il drenaggio può essere difficoltoso in queste ultime aree per falda sub affiorante;
3. Alluvioni attuali e recenti della valle dell'Adda (unità geomorfologica VA6-VA7-VA8): sono generalmente grossolane (sabbie e ghiaie) nelle aree di nucleo di meandro e di

divagazione; in queste zone si ha pertanto permeabilità elevata e drenaggio da buono a mediocre dove la falda è più superficiale. Nelle aree esterne infossate di paleomeandri e nel complesso dei paleomeandri più interni si hanno depositi a minore granulometria e la permeabilità è più bassa. Il drenaggio è decisamente difficoltoso e i meandri più recenti sono ancora occupati da paludi.



Soggiacenza media della falda superficiale in m da p.c.:

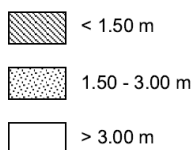


Fig. 2 – Estratto da Carta Idrogeologica, PGT 2010

5. ANALISI DELLE ZONE CRITICHE

Qui di seguito si analizzano i punti e le zone critiche rilevati nei sopralluoghi di febbraio - marzo 2020. La documentazione fotografica con cartografia, descrizione e individuazione dei coni ottici sono riportati in Allegato 3a e 3b.

Sono individuate 6 zone critiche:

- Zona 1 - Frazione Fontana;
- Zona 2 - Quartiere Revellino;
- Zona 3 - Cascina Pesalupo, area golenale in sinistra Adda;
- Zona 4 - Pulignano - Isola Carolina;
- Zona 5 - Sud Lodi;
- Zona 6 - Quartiere San Bernardo - Frazione Olmo.

Zona 1: Frazione Fontana, in sinistra Adda

La zona 1 è a nord est del centro di Lodi (frazione Fontana) è caratterizzata da aree localmente ribassate a ridosso della S.P. ex S.S. 235, lungo gli alvei delle rogge Rio e Squintana. Il drenaggio superficiale ha andamento generale NO-SE. La condizione degli alvei delle aste principali delle rogge soprattutto lungo la ex S.S. 235 è di scarsa manutenzione con forti depositi di fondo che ne riducono la sezione di deflusso. All'intersezione fra le rogge Rio e Squintana con la ex S.S.235 si constata la condizione di criticità elevata: possibili allagamenti, sovralluvionamenti e falda periodicamente subaffiorante con terreni facilmente saturabili in periodi piovosi.

INTERVENTI auspicabili: manutenzione straordinaria dell'alveo e dei sottopassi delle rogge Rio e Squintana sotto S.P. ex S.S.235.

Zona 2: Quartiere Revellino, in sinistra Adda a sud della S.P. ex S.S.235

E' il quartiere in sinistra Adda è caratterizzato da un'area ribassata drenata dalla roggia Squintana soggetta a ristagni ed allagamenti locali. In questo settore roggia Squintana presenta cedimenti spondali tali da limitare il buon deflusso idrico. Manutenzione assente.

INTERVENTI auspicabili: manutenzione straordinaria dell'alveo di Roggia Squintana, stabilizzazione delle sponde in terra, aumento delle sezioni dei colli drenanti verso l'Adda, manutenzione straordinaria del sottopasso di roggia Squintana al di sotto della tangenziale ad est dell'area.

Zona 3 – Cascina Pesalupo, area golenale in sinistra Adda a nord della S.P. ex S.S.235

La zona considerata è posta nel settore nord est del territorio comunale lungo l'argine in sinistra Adda, da C.na Malaspina fino a C.na Mozzanica. Le zone critiche sono principalmente a ridosso dell'argine, terreni ribassati e scarsi canali drenanti che possono portare ad allagamenti e ristagni.

INTERVENTI auspicabili: manutenzione straordinaria dei pochi coli presenti e loro risezionamento con aumento del volume d'invaso per la zona ribassata in prossimità di C.na Malaspina verso Adda.

Zona 4 – Pulignano - Isola Carolina in destra Adda

Coincide con i terreni ribassati subito ad ovest del centro storico di Lodi, principalmente rappresentati dal Pulignano e dall'Isola Carolina. Le rogge principali che drenano queste aree son Gessara e Roggione. L'area che localmente presenta maggior criticità è il Parcheggio di via D'Azeglio (Ambito T3) a sud di Viale Dalmazia. In questo settore sono possibili locali allagamento per rigurgiti da uno scaricatore proveniente dal Pulignano. Evidente l'assenza di manutenzione dell'alveo quasi completamente invaso da vegetazione, detriti e rifiuti presenti nella Roggia Sandone in corrispondenza dell'intubamento sotto la ferrovia Milano Bologna in località Sandone.

INTERVENTI auspicabili: manutenzione straordinaria dell'alveo e dei sottopassi di tutte le rogge, predisposizione di un'area a laminazione leggera in prossimità del parcheggio d'Azeglio (Fig. 3).



Fig. 3 - Area utile a laminazione leggera in caso di allagamento locale.

Zona 5 – Sud Lodi

La zona è a sud del centro storico di Lodi nell'intorno di Torre Zucchetti. In questo settore i corsi d'acqua sono completamente intubati e il flusso idrico delle Rogge Cotta e Bertonica sono ostacolati dalle esigue sezioni definite dagli intubamenti. Si segnala in particolare l'intubamento di Roggia Bertonica, parallelamente a Via Bruno Buozzi.

INTERVENTI auspicabili: manutenzione straordinaria degli alvei delle rogge Bertonica e Cotta, particolarmente in via B. Buozzi, al fine di evitare allagamenti della sede stradale.

Zona 6 – Quartiere San Bernardo - Frazione Olmo.

La zona è posta a sud est del centro storico di Lodi e a nord ovest di frazione Olmo. Quest'area è attraversata dalle Rogge Turana - Cassinetta e Bertonica. In corrispondenza dell'Ambito di trasformazione T9 l'alveo della roggia Cassinetta - Boccalera presenta rifiuti e sedimenti che ostacolano il buon deflusso idrico. Questa condizione crea criticità a nord dell'Ambito di trasformazione T9. A sud del medesimo Ambito l'alveo Roggia Turana è quasi completamente invaso da vegetazione arbustiva spondale soprattutto a nord est della caserma dei Vigili del Fuoco. Anche nella frazione Olmo l'alveo della roggia Turana è invaso da sedimenti, arbusti e piante crollate, che possono creare problemi idraulici agli abitati a ridosso delle rogge Turana e Bertonica.

INTERVENTI auspicabili: manutenzione straordinaria degli alvei delle rogge Bertonica, Turana e Cassinetta - Boccalera, per possibili allagamenti sugli abitati limitrofi.

6. VULNERABILITA' IDROLOGICA ED IDRAULICA

Le criticità idraulica ed idrogeologica rilevate sono confrontate con gli Ambiti di trasformazione urbanistica del PGT.

Nella tabella che qui segue sono riportati gli ambiti, individuati in cartografia (Allegato 1), che presentano particolari criticità.

Comparto	Località	Fattibilità geologica	Criticità idraulica/idrogeologica	Note
T3	Pulignano - Isola Carolina	3a - 3g	Si	Criticità elevata per allagamenti dovuti a roggia Gessara a nord del Pulignano
T4	A sud di Isola Carolina	3a - 3g	Si	Zona settentrionale del comparto soggetto ad allagamenti locali per conformazione morfologica e per il deflusso difficoltoso di roggia Sandone "intubata"
T6	Q.re Revellino	4a	Si	Criticità elevata per allagamenti derivanti da roggia Squintana
T9	Q.re San Bernardo	2a - 3g	Si	Criticità elevata per allagamenti e sovralluvionamenti di roggia Turana
D3	Isola Carolina	3g	Si	Criticità elevata del comparto soggetto ad allagamenti dovuti alla conformazione morfologica e dalle rogge Sandone a sud e Gelata
D9	Zona Torre Zucchetti	2a - 3g	Si	Criticità elevata per allagamenti e rigurgiti della roggia Bertonica

PRIM (D.G.R. n. 7243 dell'8 maggio 2008).

A supporto della valutazione della vulnerabilità del territorio di Lodi si allega l'elaborato **PRIM (Programma Regionale Integrato di Mitigazione dei Rischi - Allegato 2)**. Il presente report è un estratto delle analisi contenute nelle banche dati che Regione Lombardia ha predisposto a partire dal 2006 e aggiornato con apposita ricerca nel 2015.

I principali documenti prodotti con il PRIM sono:

- Documento Tecnico – Politico;
- Analisi normativa: "security" e "safety" dopo la riforma del Titolo V della Costituzione;
- Rischi maggiori in Lombardia;
- Incidenti ad elevata rilevanza sociale in Lombardia;
- Il rischio integrato in Lombardia: misurazioni di livello regionale e individuazione delle zone a maggior criticità;
- Mappe di rischio;
- Ricerca 2015 aggiornamento PRIM.

Nel report, elaborato su base comunale, provinciale e regionale, sono riportati dati statistici, grafici e cartografie che consentono di quantificare i livelli dei rischi di tutti i comuni di Regione Lombardia permettendo di confrontare realtà tra loro diverse.

Tutte le mappe sono elaborate con modelli specifici per ogni rischio, ma con un identico criterio statistico che rende confrontabili tra loro i risultati: fatta 1 (uno) la media dell'intera

regione Lombardia i valori sopra o sotto l'unità consentono di capire il livello di rischio di quella singola porzione di territorio (sia che si tratti di una singola cella – pixel o di un intero comune).

La sezione cartografica contiene le mappe dei singoli rischi individuati dal documento PRIM e le loro derivate:

- mappa di rischio totale idrogeologico, valuta i danni potenziali da frane, valanghe, alluvioni;
- mappa di rischio totale sismico, valuta la vulnerabilità statistica dell'abitato;
- mappa di rischio totale da incendi boschivi, valuta il potenziale bruciabile;
- mappa di rischio totale meteorologico, rappresenta il numero di fulmini per chilometro quadrato;
- mappa di rischio totale industriale, valuta i danni potenziali legati ai processi industriali;
- mappa di rischio totale da incidenti stradali, riporta, sulla base dei dati provenienti da AREU, il rischio legato all'incidentalità stradale;
- mappa di rischio integrato, rappresenta la somma, opportunamente pesata, di tutti i rischi analizzati;
- mappa di rischio integrato su base comunale, è la somma, opportunamente pesata e su base comunale, di tutti i rischi analizzati;
- mappa di rischio dominante, rappresenta, per ciascuna cella, la tipologia di rischio con il valore più elevato ottenuto a partire dai singoli rischi pesati;
- mappa di rischio radon, rappresenta la concentrazione media annua di radon indoor;
- mappa di pericolosità geo-idrologica o idrogeologica, rappresenta il valore di pericolosità geo-idrologica o idrogeologica rispetto alla media regionale.



IL GEOLOGO
DR GIOVANNI BASSI
Settembre 2021