

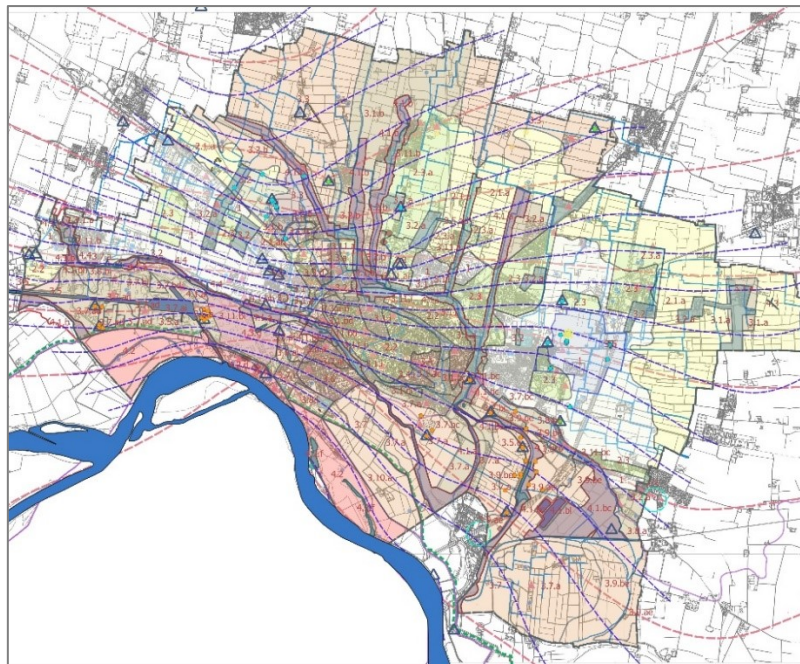


# Cremona

COMUNE DI CREMONA

Settore Urbanistica  
Commercio - Artigianato  
SUAP - SUE  
Area Vasta

## Aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio



Relazione geologica illustrativa

maggio 2023

geol. Domenico D'Alessio



## **Comune di Cremona**

### **Aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio**

Revisione e aggiornamento dei testi e delle tavole redatti tra 2012 e 2108 da  
Cooperativa REA per il PGT di Cremona.

Autore: Domenico D'Alessio

Collaborazioni:

Anna Gentilini (Coop.REA) , Filippo Valentini (Geotecnico srl), Fabio Bonelli

Si ringraziano vivamente tutti coloro che hanno collaborato fornendo dati e informazioni generali.  
Si ringraziano gli uffici comunali preposti, e in particolare il dirigente arch. Marco Masserdotti, il  
dott. Marco Cerri e il geom. Fabrizio Lini; inoltre la dott.ssa Cinzia Vuoto del Servizio Ecologia.  
Inoltre, per la disponibilità:  
il dott. Mattia Finali di Padania Acque spa; il sig. Carlo Mancini di AEM spa; il dott. Amedeo Maffi di  
ARPA Cremona e il Settore regionale Monitoraggi Ambientali; l'ing. Andrea Pisati del Consorzio  
DUNAS; i dirigenti, arch. Barbara Pisaroni e dott. Massimo Cremonini, e collaboratori della  
Provincia di Cremona.

maggio 2023  
Cooperativa REA a r.l.

## Premessa generale

Con determinazione del Direttore del Settore Urbanistica, Commercio Artigianato, SUAP, Area Vasta N. 2377 del 15/12/2022, il Comune di Cremona ha affidato alla Cooperativa REA l'incarico per l'aggiornamento della Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT relativamente ad una serie di tematiche descritte come segue:

*A. aggiornamento degli elaborati cartografici e testuali dello Studio geologico, idrogeologico e sismico rispetto all'aggiornato al 2018, nelle parti eventualmente interessate da pertinenti modifiche, integrazioni o aggiornamenti derivanti dall'analisi delle normative e/o degli studi sopravvenuti (ed elencati nel successivo articolo). Sono in ogni caso da aggiornare gli elaborati testuali (Relazione illustrativa e Norme geologiche) e le tavole cartografiche relative alle fasi di 'sintesi/valutazione' e 'proposta' dello Studio Geologico;*

*B. aggiornamento degli stessi elaborati se interessati da sostanziali modifiche intervenute nella consistenza e nelle caratteristiche delle risorse e delle dinamiche geologiche del territorio;*

*C. puntuale valutazione delle istanze pervenute durante la fase di avvio del procedimento di formazione della variante e relative alla stessa componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.;*

*D. revisione delle Norme Tecniche Geologiche (allegato A allo Studio geologico – Articolato normativo della Fattibilità Geologica) anche in ottica semplificativa;*

*E. compilazione dell'autocertificazione (prevista dall'Allegato 6 della D.G.R. 6738/2017) attestante la congruenza delle eventuali trasformazioni urbanistiche previste dal P.G.T. con le risultanze dello Studio Geologico ed alle classi di fattibilità geologica da questo assegnate alle diverse aree oggetto di trasformazione urbanistica. L'autocertificazione in questione inoltre assevererà la congruità del P.G.T. con le nuove limitazioni derivanti dal P.G.R.A., dalla variante normativa al P.A.I. e dalle disposizioni regionali conseguenti (rif. D.G.R. 19 giugno 2017 - n.X/6738).*

La formulazione precedente si riferisce, di fatto, a tutti i temi e a tutti gli elaborati dello studio geologico per il PGT, come descritti nella normativa di settore, la dgr 2616/2011. E' quanto dovrebbe avvenire quando si aggiorna uno studio geologico per la pianificazione comunale, a distanza di qualche anno dalla edizione che lo precede.

Fatti salvi pochi temi di geologia di base, tutto ciò che riguarda il territorio fisico subisce variazioni ed evoluzioni continue e non è verosimile che testi e documenti cartografici degli studi geologici comunali possano essere riproposti tal quali negli anni.

Nel caso in oggetto, si è riproposto l'intero set documentario, in testi e carte, con gli aggiornamenti informativi che riguardano tutti i temi principali, seppure con alcune semplificazioni o maggiori approssimazioni.

Esempio per tutti è costituito dall'indagine idrogeologica e, in particolare, dalla ricostruzione della morfologia delle falde idriche sotterranee. Per realizzare una analisi della superficie della falda freatica del dettaglio richiesto dagli studi per la pianificazione locale occorre una programmazione molto impegnativa della o delle campagne di misura e di verifica dei punti, e una esecuzione

coordinata e contenuta nel tempo. Per far ciò occorrono molti contatti, personale e tempi adeguati, e di conseguenza risorse. Nel 2011 furono misurati direttamente, e verificati in sito, 40 punti d'acqua, mentre in questa occasione ci si è dovuti limitare ad alcune verifiche a campione.

Di quanto dettagliato nei punti da A ad E del disciplinare d'incarico a Coop. REA è possibile, comunque, indicare i temi oggetto di principale attenzione e di maggiore novità.

Essi riguardano, ancora una volta, i problemi della pericolosità e del rischio idraulici del territorio cremonese. Negli ultimi 10 anni varie opere sono state realizzate per la riduzione dei rischi e vari approfondimenti di analisi sono stati condotti per adeguare progressivamente la documentazione alla situazione di fatto e alle nuove normative (varianti PAI, PGRA, invarianza idraulica, ecc.).

Nel 2017 è stata anche predisposta una nuova Carta di Pericolosità Sismica Locale (Capitolo 5 della presente relazione) e la Carta PAI-PGRA, con relativo aggiornamento della Fattibilità geologica e contestuale correzione delle imprecisioni topografiche contenute nel documento regionale relativo al PGRA. Nel 2018, infine, si è proceduto alla revisione dei testi della parte relativa a "Idrografia e rischio idraulico" e di quelli attribuibili alla sezione di "Valutazione, Sintesi e Proposta" dello Studio geologico, con le correlate cartografie.

Ora si è trattato, in particolare, di recepire ulteriori aggiornamenti del quadro delle pericolosità e rischi idraulici che insistono su varie aree del territorio comunale grazie alla realizzazione di interventi strutturali sul reticolo idrico cremonese di pianura. Le valutazioni confluiscono poi nel nuovo "Studio comunale di gestione del rischio idraulico (SCGRI)", previsto dal r.r.7/2017, redatto per il Comune di Cremona dallo Studio Telò – May Fly e disponibile da febbraio 2023 in versione definitiva. Il lavoro è preceduto da uno "Studio idraulico" e dalla "Proposta di Ridefinizione delle Pericolosità".

Quelle sopra descritte e tutti gli altri aggiornamenti dello stato di fatto, di cui si dà conto nei testi e nelle tavole del presente studio geologico, sono illustrati in maggior dettaglio nelle premesse a ciascun capitolo tematico della presente relazione generale, affinché si sappia con una certa precisione cosa è stato effettivamente modificato rispetto alla documentazione preesistente; e si possa anche immaginare cosa non è stato per forza di cose aggiornato e invece sarebbe opportuno, o necessario, che lo fosse.

In questa edizione 2023 della Relazione Generale non vengono riproposti i primi due capitoli della Parte 1 di "Analisi" della Componente Geologica, prima edizione. Si trattava di una sezione di ampie premesse metodologiche, di descrizione delle fonti e della bibliografia utilizzata, di una ricognizione pluritematica dello spazio fisico cremonese, per un intorno significativo del territorio comunale di Cremona, e di una analisi della evoluzione della normativa geologica specifica dedicata alla pianificazione locale.

Tutta questa sezione può essere consultata nella edizione 2012 della C.G. del PGT.

Il testo presente è comunque strutturato nelle due parti "tradizionali", secondo la normativa di applicazione dell'art.57 della l.r. 12/2005: Parte A "Sezione di Analisi", Parte B "Sezione di valutazione e proposta"

## **Premessa generale**

## **Indice**

### **Parte A - Sezione “Analisi”**

#### **Capitolo 1 Geopedologia e geomorfologia**

##### **Premessa**

- 1.1 Materiali geologici e pedologici pag.10
  - 1.1.1 Caratteri granulometrici pag.16
  - 1.1.2 Alcuni caratteri geopedologici pag.18
- 1.2 Elementi geomorfologici pag.23
  - 1.2.1 Ambiti morfologici e forme pag.23
  - 1.2.2 Elementi lineari pag.28
- 1.3 Unità della interpretazione geologico-ambientale pag.31

#### **Capitolo 2 Idrografia e rischio idraulico**

##### **Premessa**

- 2.1 Reticoli idrici pag.40
- 2.2 Altre acque e aree umide pag.52
- 2.3 Elementi di idrografia storica pag.58
- 2.4 Esondazioni e alluvioni nel territorio di Cremona pag.67
- 2.5 Pianificazione di bacino pag.75
  - 2.5.1 PAI - Fasce fluviali e Zone I pag.75
  - 2.5.2 Il Piano di Gestione Rischio di Alluvioni pag.83
- 2.6 Evoluzione e aggiornamento delle valutazioni di pericolosità e rischio idraulici pag.88
  - 2.6.1 Studi e progetti successivi al 1999 pag.89
  - 2.6.2 Modifica delle perimetrazioni di pericolosità e rischio pag.93
  - 2.6.3 Interventi e approfondimenti 2019-22 pag.98
  - 2.6.4 Attività e interventi in corso o in progetto pag.104

#### **Capitolo 3 Idrogeologia**

##### **Premessa**

- 3.1 La struttura idrogeologica pag.110
- 3.2 Le acque sotterranee pag.119
  - 3.2.1 Dati pregressi e dati di confronto pag.119
  - 3.2.2 Rilievi, elaborazioni e confronti, 2011 e successivi pag.122
- 3.3 Piezometria e soggiacenza della falda freatica pag.131
  - 3.3.1 Oscillazioni piezometriche e dati aggiornati pag.131
  - 3.3.2 Soggiacenza pag.138
- 3.4 Note sulla vulnerabilità degli acquiferi pag.141
  - 3.4.1 Nota metodologica pag.141
  - 3.4.2 Valutazioni esistenti e stima per l'area di Cremona pag.143
- 3.5 I prelievi della risorsa idrica pag.149
  - 3.5.1 L'acquedotto pubblico pag.149

3.5.2 Censimento pozzi e piezometri	pag.154
-------------------------------------	---------

## **Capitolo 4 Caratteri geologico tecnici e degrado dei terreni**

### **Premessa**

4.1 Organizzazione e analisi dei dati geologici puntuali	pag.164
4.2 Elementi di caratterizzazione geologico tecnica delle unità geologiche	pag.172
4.2.1 Caratteristiche generali, granulometria	pag.172
4.2.2 Problematiche geotecniche	pag.177
4.2.3 Sintetica descrizione geotecnica delle unità geologico-ambientali	pag.178
4.3 Evidenze di alterazione e degrado dei terreni	pag.186
4.3.1 Le modifiche antropiche più rilevanti	pag.187
4.3.2 Altre superfici alterate o degradate	pag.188
4.4 Siti ed aree di rischio geologico da fonti antropogeniche	pag.192
4.4.1 Attività potenzialmente pericolose e procedure ambientali	pag.192
4.4.2 Note sulla situazione dell'area Tamoil	pag.201

## **Capitolo 5 Analisi sismica per la pianificazione**

### **Premessa**

5.1 Evoluzione dell'analisi sismica per la pianificazione comunale	pag.214
5.2 Aggiornamenti 2017 e 2023	pag.217
5.3 Riferimenti normativi per la classificazione sismica	pag.218
5.3.1 Normativa nazionale	pag.218
5.3.2 Normativa regionale	pag.220
5.4 Aggiornamento delle conoscenze geologiche	pag.221
5.4.1 Geologia	pag.222
5.4.2 Idrogeologia	pag.224
5.5 Analisi di primo livello: la Carta di Pericolosità Sismica Locale	pag.226
5.6 Parametri sismici secondo il DM 17/1/2018	pag.229
5.7 Analisi di secondo livello	pag.236
5.7.1 Valutazione delle amplificazioni sismiche per effetti litologici	pag.236
5.7.2 Altri dati sismici sperimentali e stime di Fa	pag.243
5.8 Analisi di terzo livello	pag.248
5.9 Ricadute normative	pag.249

## **Parte B – Sezione “Valutazione e proposta”**

## **Capitolo 6 Vincoli geologici**

### **Premessa**

6.1 Identificazione dei vincoli geologici	pag.252
6.2 Vincoli derivanti dalla Pianificazione di Bacino	pag.253
6.1.1 Fasce fluviali PAI	pag.253
6.1.2 Aree a rischio idrogeologico molto elevato	pag.256
6.1.3 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni e PAI Titolo V	pag.259

6.3	Vincoli di Polizia Idraulica sul reticolo idrico	pag.260
6.4	Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile	pag.263
6.5	Indicazioni del PTCP e del PPR	pag.270
	6.5.1 Geositi	pag.270
	6.5.2 Altre aree sottoposte a tutela	pag.272
6.6	Aree protette	pag.280

## **Capitolo 7 La Carta PAI-PGRA**

### **Premessa**

7.1	Le aree PAI	pag.283
	7.1.1 Le Zone I del PAI	pag.283
	7.1.2 Le fasce fluviali PAI	pag.289
7.2	Le altre aree allagabili	pag.290
7.3	Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)	pag.294
	7.3.1 Lo stato di fatto previgente	pag.294
	7.3.2 Le nuove stime del rischio idraulico	pag.299
	7.3.3 Modifiche della geografia delle fasce PAI e delle aree allagabili PGRA	pag.302

## **Capitolo 8 Sintesi dei fattori di pericolosità e vulnerabilità**

### **Premessa**

8.1	Le pericolosità e vulnerabilità geologiche	pag.305
8.2	Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti	pag.306
8.3	Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico	pag.307
8.4	Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico	pag.308
8.5	Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche	pag.312
8.6	Aree a bassa permeabilità superficiale	pag.314

## **Capitolo 9 La Fattibilità geologica delle azioni di piano**

### **Premessa al capitolo 9 e alle norme geologiche**

9.1	La costruzione della carta di fattibilità geologica	pag.317
9.2	Categorie della classificazione di fattibilità geologica	pag.323
9.3	La normativa della fattibilità geologica	pag.327
	9.3.1 Contenuti e utilizzazione	pag.327
	9.3.2 Norme di carattere generale	pag.328
9.4	Procedure di coordinamento dell'attività istruttoria e procedure interne	pag.341

## **Capitolo 10 Norme di fattibilità geologica**

	Classe 1	pag.343
	Classe 2	pag.346
	Classe 3	pag.349
	Classe 4	pag.372

## **Allegati cartografici**

<b>Tav. 1</b>	<b>Geologia e geomorfologia</b>	<b>scala 1:10K</b>
<b>Tav. 2</b>	<b>Idrografia e rischio idraulico</b>	<b>scala 1:10K</b>
<b>Tav. 3</b>	<b>Idrogeologia</b>	<b>scala 1:10K</b>
<i>Tav. 4</i>	<i>Sezioni (ed. 2012)</i>	
<b>Tav. 4</b>	<b>Caratteri geologico tecnici e degrado dei terreni</b>	<b>scala 1:10K</b>
<b>Tav. 5</b>	<b>Pericolosità sismica</b>	<b>scala 1:10K</b>
<b>Tav. 6</b>	<b>Vincoli geologici</b>	<b>scala 1:10K</b>
<b>Tav. 7</b>	<b>Carta PAI-PGRA</b>	<b>scala 1:10K</b>
<b>Tav. 8</b>	<b>Sintesi degli elementi di vulnerabilità e pericolosità</b>	<b>scala 1:10K</b>
<b>Tav. 9</b>	<b>Fattibilità Geologica</b>	<b>scala 1:10K</b>

## **Allegati**

**Allegato A – Norme di fattibilità geologica**

**Allegato B - Tabelle dei pozzi e piezometri**

**Allegato C - Stratigrafie (ed. 2012 verificata)**

**Allegato D – Schede dei pozzi pubblici**

**Allegato E – Documentazione indagine sismica (ed. 2017)**

**Allegato F – Schede eventi alluvionali (ed. 2012 con piccoli aggiornamenti)**

**Allegato G - Raccolta di indagini geologico-tecniche**

## **Asseverazione**

**Allegato 1 dgr 6314/2022**

# **Parte A**

## **Analisi**

## **1. Geopedologia e geomorfologia**

### **Premessa**

I testi del presente capitolo corrispondono, quasi interamente, a quelli predisposti per l'edizione 2012 dello studio geologico comunale di Cremona. I temi e gli argomenti trattati risentono limitatamente del tempo trascorso e conservano in gran parte la loro attendibilità.

Viene segnalata, nella parte iniziale relativa ai substrati geologici, la interpretazione regionale basata sui dati dei profili di suolo realizzati per la carta pedologica della pianura lombarda. Essa si riferisce dunque ai materiali alla base del suolo, a profondità molto modesta.

E' comunque utilizzata nello Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico per identificare le aree non adatte alla infiltrazione delle acque meteoriche.

Riguardo al tema geomorfologico, si segnala che non sono verificati, in dettaglio, tutti i caratteri morfologici già indicati nella cartografia di analisi 2012 e ripresi nella attuale, con linee rappresentative di dislivelli e scarpate minori.

## 1.1 I materiali geologici e pedologici

Il territorio di Cremona si colloca nell'ambito della Bassa Pianura lombarda e si caratterizza per la sua posizione a margine della valle del Po.

Della sua ampia superficie territoriale, di circa 70 km, un terzo appartiene al fondovalle fluviale inondabile, a quote paragonabili a quelle del fiume; il rimanente alla pianura, già "Livello Fondamentale della Pianura" o "Piano Generale Terrazzato".

Dal punto di vista geostrutturale, si può dire che l'asse del corso del Po rappresenta, più o meno, il margine settentrionale delle pieghe sepolte emiliane che si contrappongono, proprio nel sottosuolo della Provincia di Cremona, alla "omoclinale" alpino – padana, cioè alle unità geologiche di deposizione sudalpina, vergenti verso sud.

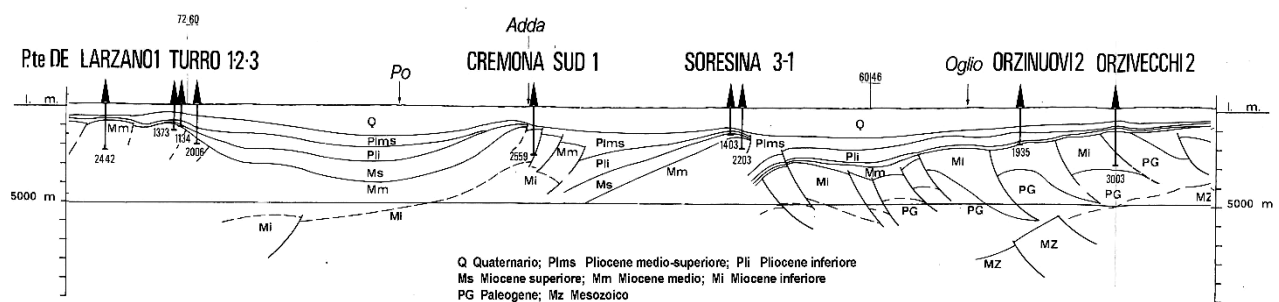


Fig. 1.1 Sezione geologica profonda n. 6 (in Pieri, Groppi – AGIP 1981)

La sezione mostra che al di sotto dell'area di Cremona, in corrispondenza dell'alto strutturale della anticlinale, con scorrimento verso nord, di Corneliano – Soresina, sono presenti almeno 750 m di sedimenti quaternari sciolti, sovrapposti alle rocce plioceniche.

Per 70 – 80 km di ampiezza, nella pianura, affiorano solo materiali quaternari, di genesi fluviale e fluvio – lacustre/lacustre nella parte della bassa pianura, qui considerata.

La individuazione delle unità geologiche della pianura si è basata finora su basi geocronologiche e granulometriche, assumendo lo schema interpretativo classico, collegato alla successione di fasi di aggradazione e degradazione della pianura, corrispondenti ai ritiri e alle espansioni glaciali alpino – appenninici.

Attualmente la definizione delle unità geologiche quaternarie risponde a criteri diversi, concettualmente semplici, ma di non agevole applicazione. Le "unità a limiti inconformi" sono infatti unità naturali stratigrafiche cartografabili, costituite da materiali anche molto diversi, ma che "differiscono dalle unità sottostanti e soprastanti semplicemente per il fatto di essere separate da esse da superfici di discontinuità".

Nella bassa pianura lombarda la nuova cartografia geologica alla scala 1:50K, realizzata dal progetto CARG nazionale, è ancora in fase preparatoria e non risulta disponibile alcun nuovo rilevamento, neppure in bozza. Sull'altro lato del Po, sono pubblicate o in allestimento quasi tutti i fogli della pianura, ma non quelli a cavallo del confine lombardo.

Per questo, occorre utilizzare, per ora, almeno per la scala di inquadramento, le interpretazioni tradizionali, qui rappresentate da stralci della Carta Geologica della Lombardia alla scala 1:250K

(Servizio Geologico Nazionale – Regione Lombardia 1990) e dei “vecchi” Fogli geologici 1:100K Cremona e Piacenza.

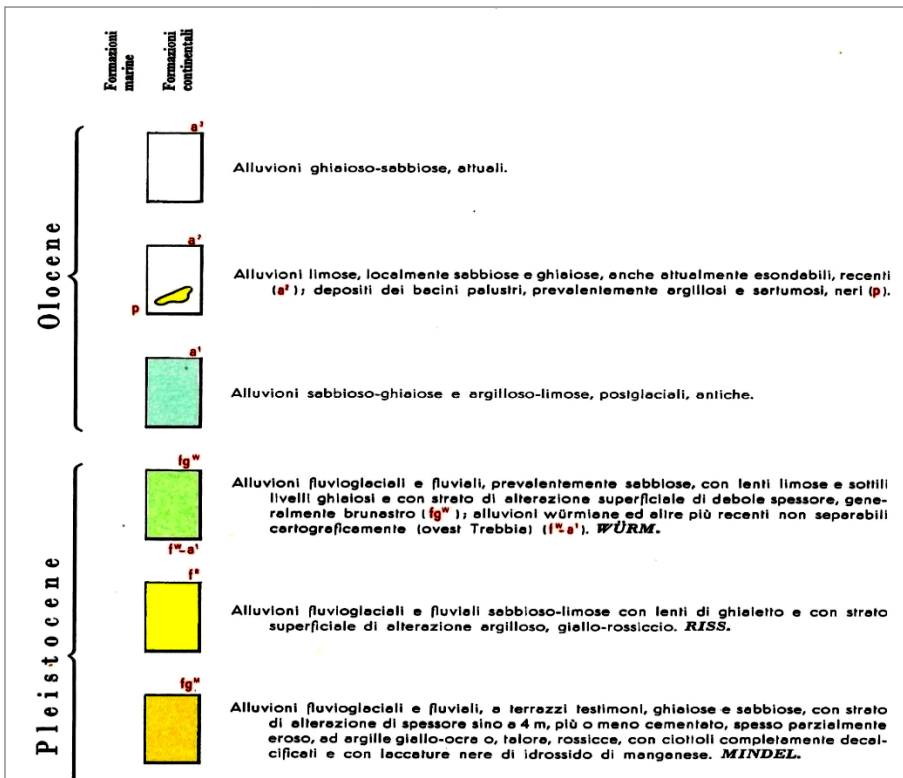
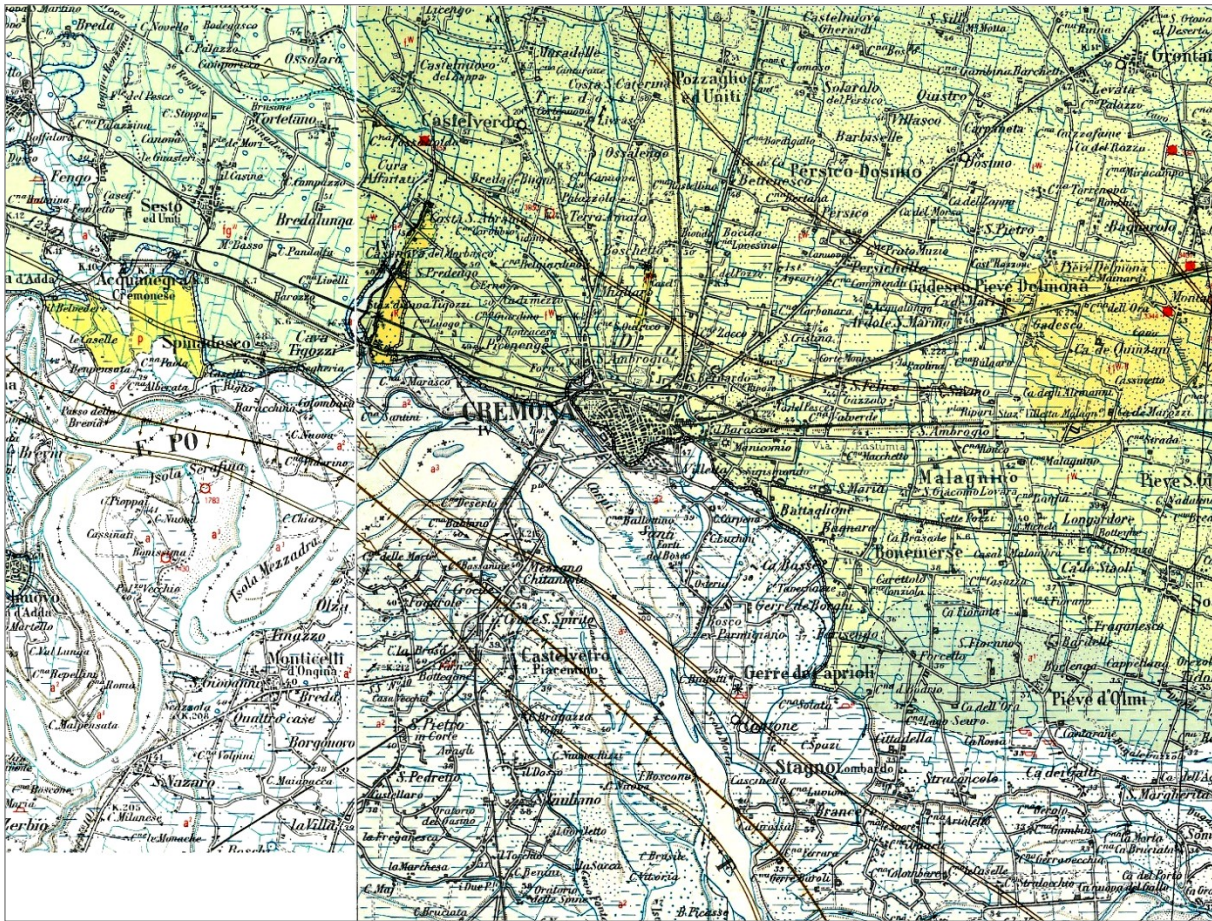
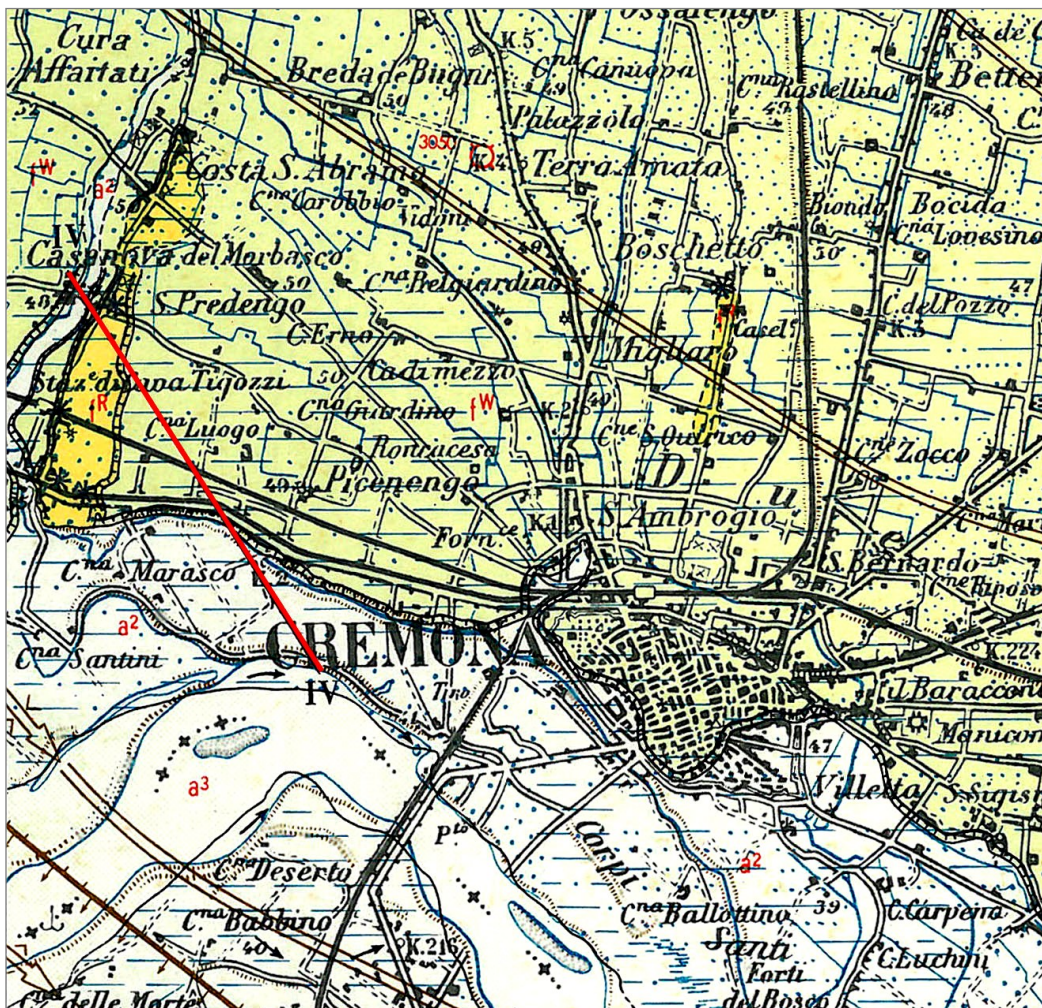


Fig. 1.2  
Assemblaggio di stralci  
dei Fogli 1:100K Cremona  
e Piacenza e legenda  
delle unità quaternarie

Il livello base della pianura è attribuito al “fluviale wurmiano” (fw), con la segnalazione di due dossi rilevati sulla pianura assegnati al “fluviale rissiano” (Cava Tigozzi e Boschetto), cioè a terreni alluvionali sabbioso – limosi più antichi, con suoli arrossati e leggermente argillificati. Questa interpretazione è peraltro plausibile, anche se non condivisa da tutti gli studi successivi, in particolare per il terrazzo di Cava Tigozzi, ma non per il modesto dosso della frazione Boschetto, a nord di Cremona.

Il terrazzo di Cava Tigozzi è anche rappresentato in una delle sezioni geologiche di accompagnamento del Foglio 1:100K Cremona (sez-IV).

Esso mostra anche, come si conferma dai dati di osservazione diretta e dalle quote del p.c., l’esistenza di una superficie terrazzata più bassa del Livello Fondamentale della Pianura, interna alla valle del Morbasco e/o alla sua destra idrografica. Dalla Carta viene sempre attribuita al fluviale Wurm.



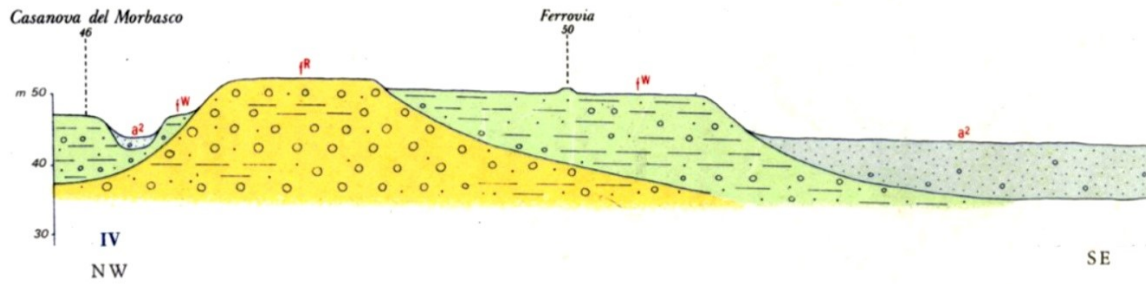
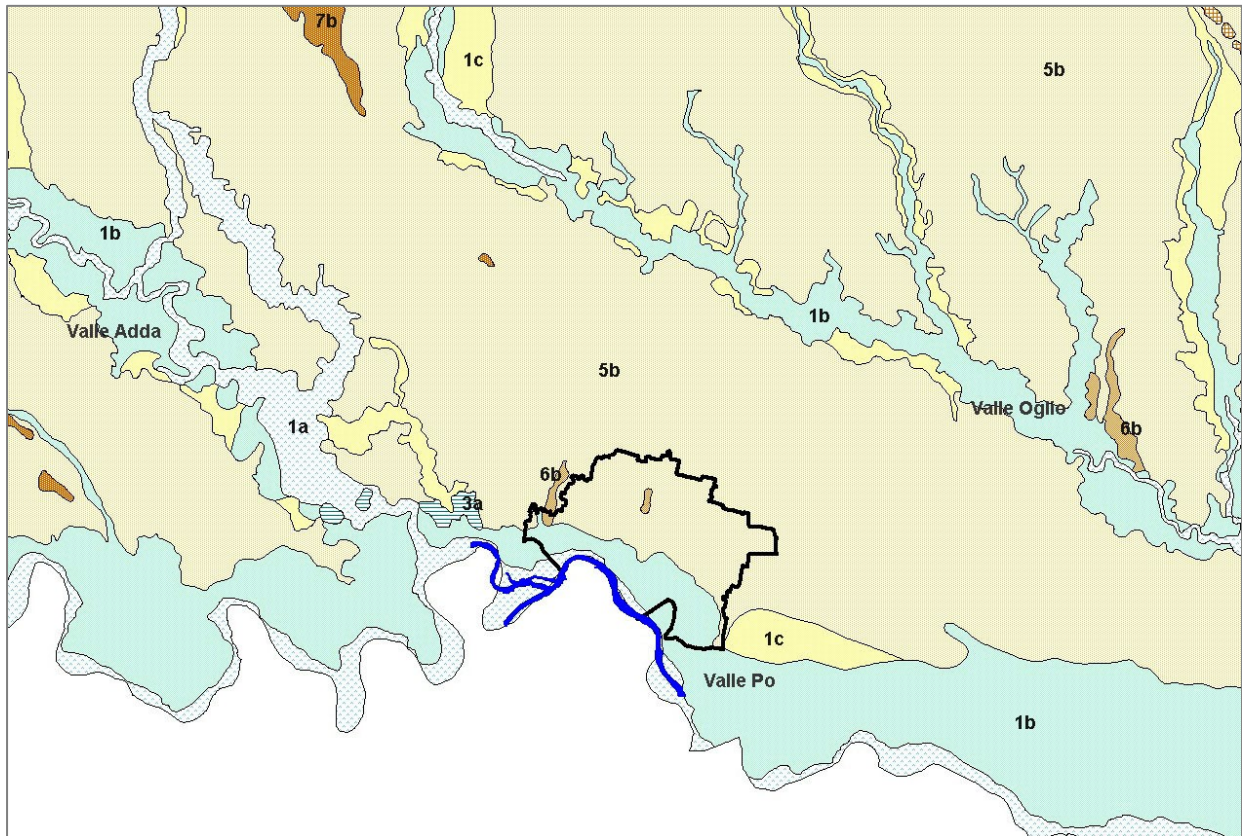


Fig. 1.3 Sezione IV del F.Cremona 1:100K

La versione più aggiornata della interpretazione tradizionale geologica è rappresentata dalla citata Carta Geologica 1:250K, alla quale può essere affiancata, per una lettura complementare delle unità del paesaggio fisiografico e geopedologico, la carta che rappresenta le unità del secondo e terzo livello gerarchico dei pedopaesaggi ERSAF.



- 1** Depositi fluviali dei greti attuali (Alluvium attuale – a) e terrazzati (Alluvium medio – b; Alluvium antico – c); ghiaie, sabbie e limi
- 3** Lacustre olocenico e tardoglaciale (argille e limi – a)
- 5** Fluviale Wurm (ghiaie, sabbie – b) Pleistocene Superiore
- 6** Fluviale Riss (ghiaie, sabbie e argille ferrettizzate – b) Pleistocene Medio
- 7** Fluviale e lacustre Mindel (ghiaie, limi e argille fortemente ferrettizzate – b) Pleistocene inf.

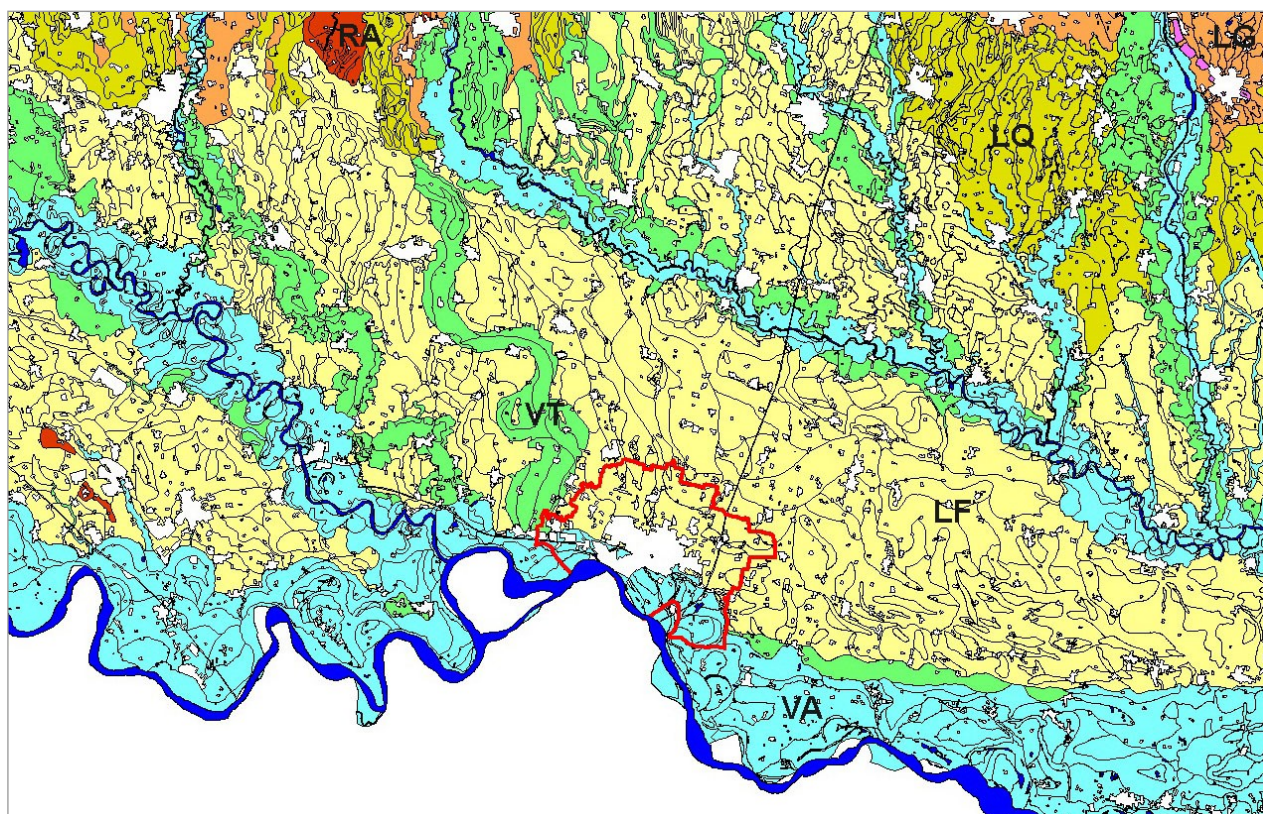
Fig. 1.4 Stralcio Carta Geologica 1:250K e legenda

Nel caso della Carta Geologica, si constata che le intere superfici del c.d. Livello Fondamentale della Pianura sono attribuite al fluviale wurmiano, sul quale insisterebbero i due dossi di Fluviale Riss, già segnalati. Ad est dei confini comunali, si segnala anche un possibile lembo di Alluvium antico, al margine della valle attiva del Po.

Le alluvioni attuali vengono invece limitate agli alvei attuali di Po e Adda. Quanto al Serio Morto, sembra più plausibile attribuirlo alla unità dell'Alluvium medio (1b).

Una interpretazione simile, compare nella carta che rappresenta (Fig. 1.4) i pedopaesaggi Ersaf di secondo livello gerarchico, i cosiddetti Sottosistemi di paesaggio.

Nella carta tematica seguente gli alvei abbandonati del Serio vengono associati alla paleovalle dei Navigli e separati dalle piane inondabili dei corsi d'acqua attivi.



- LG conoidi fluvio-glaciali ghiaiose della Alta Pianura
- LQ media pianura idromorfa delle risorgive, con materiali sabbioso – ghiaiosi o misti
- LF superfici stabili della Bassa Pianura con materiali fluviali sabbiosi
- VT superfici terrazzate delle alluvioni antiche e medie con scarpate d'erosione
- VA piane alluvionali inondabili con sedimenti recenti e attuali

Fig. 1.5 Carta dei Sottosistemi di paesaggio della pianura secondo Ersaf

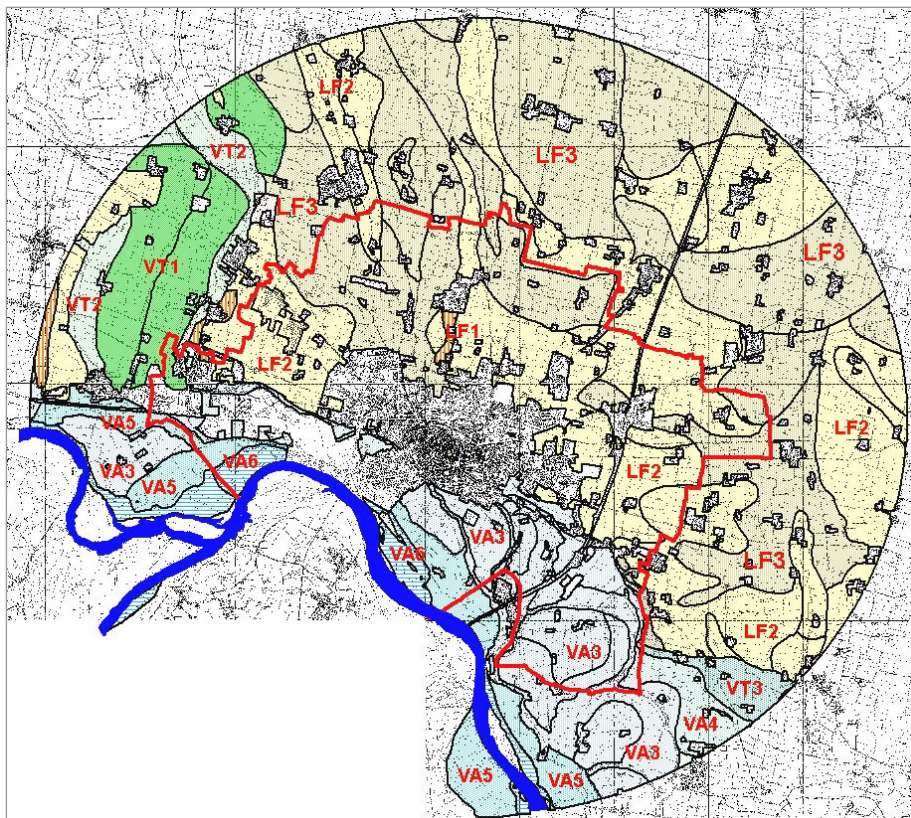
A maggior dettaglio, in un intorno più ristretto dell'area di Cremona, i pedopaesaggi Ersaf possono essere rappresentati al terzo livello gerarchico, cioè a livello di Unità di Paesaggio.

In questo caso (Fig. 1.6) sono ben rappresentate le differenze di paesaggio all'interno dei tre Sottosistemi rappresentati nell'area di Cremona: le superfici della pianura (Bassa Pianura sabbiosa LF), le superfici delle valli non più attive e dei terrazzi non inondabili delle incisioni attuali (VT), le superfici dei fondivalle attivi (VA).

Tab. 1.1

LF1	Dossi isolati al centro della pianura a debole convessità ed ampio raggio di curvatura, spesso dolcemente raccordati con la superficie modale per l'assenza di significative incisioni operate da corsi d'acqua attivi o fossili.
LF2	Superficie modale stabile, pianeggiante o leggermente ondulata, intermedia tra le aree più rilevate (dossi) e depresse (conche e paleoalvei).
LF3	Depressioni di forma subcircolare a drenaggio mediocre o lento, con problemi di smaltimento esterno delle acque, talora con evidenze di fossi scolanti e baulature dei campi.
VT1	Terrazzi fluviali stabili, delimitati da scarpate erosive evidenti, a morfologia pianeggiante o ondulata, comprendenti antiche linee di drenaggio (paleoalvei) lievemente ribassate ed affrancate dall'idromorfia
VT2	Terrazzi fluviali subpianeggianti condizionati da un drenaggio lento, causato dal ristagno e dal deflusso di acque provenienti da superfici più rilevate. Coincidono spesso con paleoalvei, conche e depressioni
VT3	Superfici di raccordo tra il L. F. d. P. e le piane alluvionali dei corsi d'acqua attivi, generalmente poco inclinate (bassa pendenza), originatesi per sovralluvionamento e ricopertura dell'orlo di terrazzo preesistente
VA3	Superficie modale subpianeggiante della piana alluvionale a meandri e di tracimazione, facente transizione tra le aree più rilevate (dossi) e quelle più depresse (conche).
VA4	Conche chiuse di forma subcircolare, artificialmente drenate, rappresentanti le parti depresse delle piane alluvionali di tracimazione e meandri, costituite da sedimenti molto fini da cui dipende lo scarso drenaggio interno dei terreni
VA5	"Golene protette" da arginature artificiali, inondabili durante gli eventi di piena straordinaria, caratteristiche delle sole piane alluvionali di tracimazione e meandri.
VA6	Superfici adiacenti ai corsi d'acqua ed isole fluviali inondabili durante gli eventi di piena ordinaria. Nelle piane di tracimazione ed a meandri coincidono con le "golene aperte"; nelle piane a canali intrecciati e rettilinei si identificano con gli alvei di piena a vegetazione naturale riparia

Fig. 1.6



### 1.1.1 Caratteri granulometrici

Riguardo alla natura dei materiali geologici è necessario premettere alcune brevi considerazioni sui criteri con cui questo tema può essere affrontato. Non sempre, infatti, nelle relazioni tecniche illustrative di tipo geologico, si chiarisce cosa effettivamente si cerca di descrivere: quale spessore di terreno viene considerato, come viene stimato il suolo, quali caratteri si valutano.

In questo caso, come d'uso, si fa riferimento prevalentemente alle caratteristiche granulometriche dei materiali, con accenni, dove possibile, ad altri caratteri integrativi. Lo spessore dei sedimenti preso in considerazione corrisponde ai primi 20 m circa di materiale a partire dalla superficie, cioè grossomodo all'acquifero freatico (paragrafo 3.1).

Molte informazioni, soprattutto dove sono scarsi i dati di profondità, sono comunque fortemente agganciate ai caratteri granulometrici dei substrati pedologici; caratteri non sempre indicativi delle granulometrie sottostanti.

I caratteri granulometrici del sottosuolo, per profondità paragonabili a quelle indicate, sono stati valutati e rappresentati in vari lavori relativi alla Provincia di Cremona, in particolare in:

Carta Geolitologica scala 1:50K – Piano Cave Provinciale (Provincia di Cremona 1986), Carta Geolitologica scala 1:50K – “Determinazione del grado di vulnerabilità delle acque sotterranee in Provincia di Cremona in relazione all'impiego di prodotti chimici e liquami zootecnici in agricoltura” (Geotepro – Amm. Provinciale Cremona 1991), Carta della Litologia di superficie 1:50K Piano Cave (Provincia di Cremona – ENEA 1986), Carta geolitologica (Piano Cave 5/2003 – carta ed. 1986, ripresentata nel 2010 per la Revisione in corso del Piano Cave). Alcuni di questi documenti sono tra loro molto simili, altri differiscono solo in parte (geografia e/o definizioni). Le carte del Piano Cave sono in buona parte riprese da Geotepro 1986.

Dalla sintesi ragionata delle varie “carte geolitologiche” è ricavato lo schema seguente.

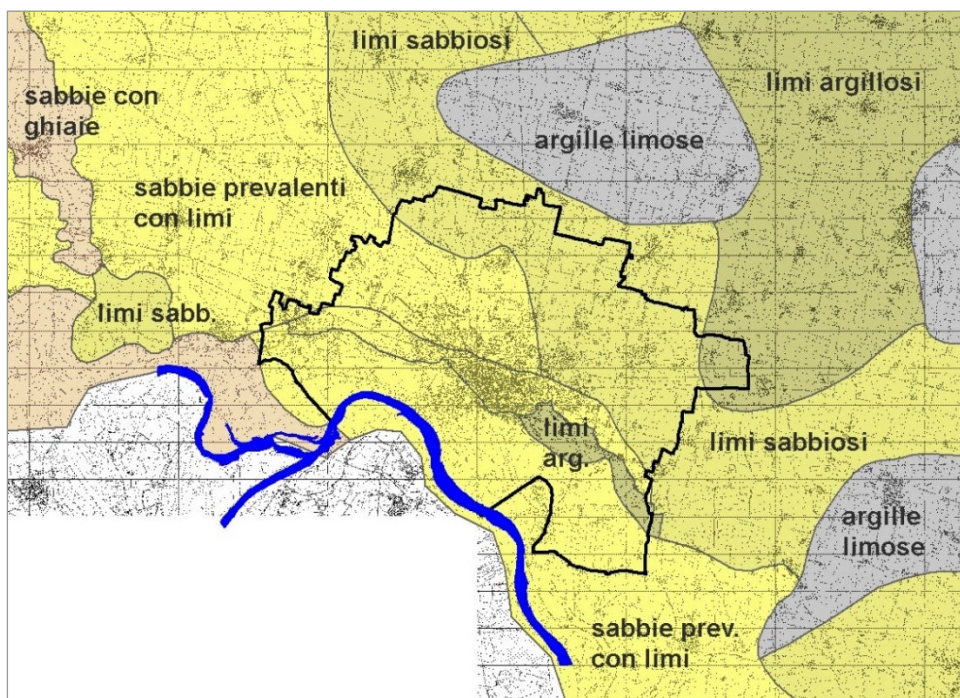


Fig. 1.7 Schema dei caratteri granulometrici dei terreni da “carte geolitologiche”

In questa interpretazione, che verrà utilizzata, con adattamenti, per la definizione delle unità geologiche, i materiali più grossolani (sabbiosi) si trovano al margine della valle del Po e ad ovest della città, ma con coperture fini, oltre che, in prevalenza, negli ambienti di valle. Occorre dire che altre carte sembrano offrire una lettura diversa della situazione, anche se con le incertezze dovute alla non definizione degli spessori di terreno descritti.

Nel Foglio Geologico 100K Cremona (Fig. 1.2) i materiali vengono definiti “fangosi” a ridosso della città e sabbiosi subito più a nord, a partire dalla frazione Boschetto, più o meno. Anche nella Carta Geomorfologica della Pianura Padana (MIUR 1997) prevale l’indicazione di materiali “limosi ed argillosi” che diventano sabbiosi a nord ovest della città.

Nella cartografia prodotta per lo studio geologico per il PRG 2002, poi utilizzata per il PGT 2009 (G. Bassi 2000), alcune indicazioni sulla natura geologica e la granulometria dei materiali si trovano nella tavola 3 “Carta di prima caratterizzazione geotecnica”, soprattutto con riferimento ai terreni della pianura. Vengono utilizzate le seguenti definizioni:

Materiali geologici del Livello fondamentale della Pianura:

*“terreni generalmente normalconsolidati, per lo più sabbiosi e sabbioso – limosi, .”*

Materiali geologici dei dossi rilevati sulla pianura:

*“terreni generalmente normalconsolidati, prevalentemente sabbiosi .”*

Materiali dell’orlo del terrazzo morfologico e fascia retrostante:

*“terreni generalmente normalconsolidati, sabbiosi .”*

Di queste indicazioni si è ripresa soprattutto l’ultima, riferibile ad una fascia parallela al bordo della scarpata di raccordo pianura – valle, ampia circa 500 m, almeno nelle zone esterne all’edificato. L’esistenza di questa prevalenza più netta di sedimenti grossolani, sabbiosi, presso il margine del terrazzo è confermata anche dalle valutazioni effettuate da DISAT per la ricerca sugli inquinanti industriali della zona centro – occidentale di Cremona (DISAT 2010 per la Provincia di Cremona). Sono state messe a disposizione, con l’autorizzazione della Provincia, le elaborazioni effettuate dalla ricerca nello stato di avanzamento 2011 e nelle versioni più recenti, sempre in forma di dati inediti. In particolare, dallo studio DISAT, si è consultato il modello spaziale di interpolazione dei dati stratigrafici da pozzi per acqua, costruito per strati di 10 m di spessore, in grado di fornire indicazioni sui caratteri granulometrici dei materiali del sottosuolo. Si evidenzia, per l’intervallo di profondità dell’acquifero freatico, la scarsità dei termini tessiturali fini dei sedimenti nella zona di margine. La stessa cosa, con maggiore variabilità, risulta per le aree attive della valle del Po.

Una interpretazione ulteriore è proposta dalla Carta litologica prodotta dalla Regione, già diversi anni fa (2003), sulla base dei dati dei rilevamenti pedologici della pianura lombarda. L’elaborazione utilizza la descrizione e le analisi dei profili pedologici per caratterizzare il substrato pedologico alla profondità standard di circa 2 m. Sono presenti anche informazioni sul calcare, l’idromorfia e la alterazione, ma il carattere principale è la granulometria del sedimento, interpretata secondo un dettagliato sistema di codifica delle proporzioni tra Ghiaia, Sabbia, Limo e Argilla e della selezione delle sabbie.

La mappa prodotta, rappresentata nella figura successiva, descrive dunque i substrati delle sole aree libere e a profondità molto modesta, non necessariamente rappresentativi dei materiali più profondi.

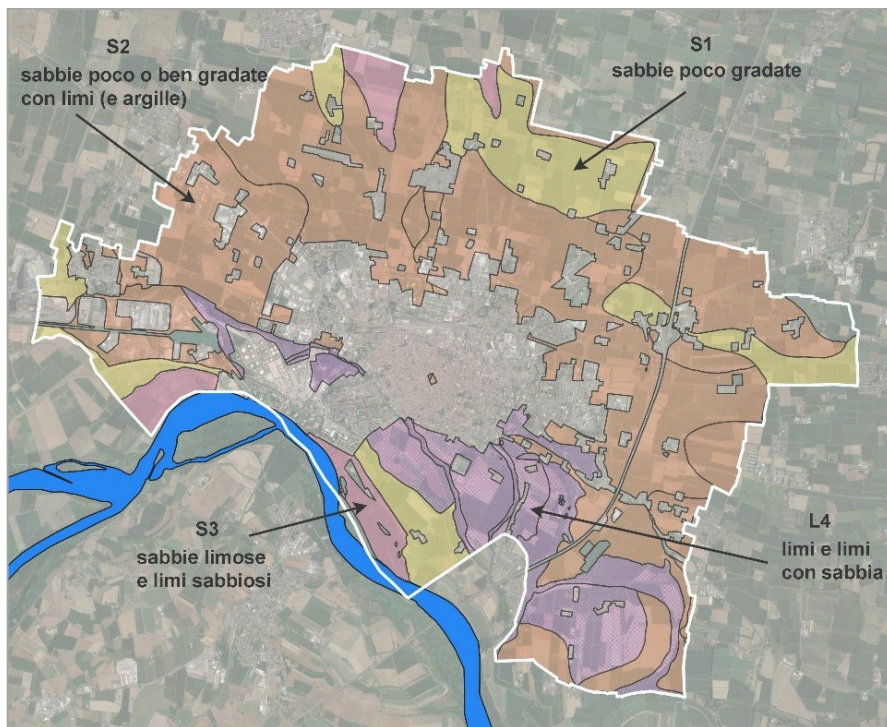


Fig.1.8

Substrati pedologici secondo la interpretazione regionale, su dati ERSAF (2003)

In ogni caso, ciò che deve essere sottolineato, per l'assoluta evidenza, è la diffusa e notevole variabilità granulometrica riscontrabile quasi ovunque con la profondità, e la netta prevalenza dei materiali sabbioso-limosi sulle altre tipologie. Da segnalare, inoltre, è la presenza di livelli di materiali a forte componente organica, abbastanza comune in profondità, in tutte le aree del fondovalle del Po.

### 1.1.2 Alcuni caratteri geopedologici

I caratteri pedologici dell'area cremonese sono stati rilevati e cartografati da Ersaf tra il 1996 e 1999 in due distinte campagne di rilevamento: Pianura cremonese centrale e Pianura cremonese centro – orientale. Questo secondo rilevamento comprende anche il territorio di Cremona. I risultati sono stati pubblicati alla scala 1:50K, nell'ambito del Progetto "Carta Pedologica" condotto da ERSAL, poi ERSAF, a partire dal 1985, fino alle recenti revisioni. Il principale aggiornamento, che non ha modificato sostanzialmente, in questa area, i risultati dei primi lavori, è stato concluso circa 15 anni fa.

I dati ERSAF sono stati ampiamente utilizzati per molti scopi applicativi anche da altri enti e sono tuttora quelli più coerenti, dotati di un discreto dettaglio. Naturalmente, per scopi locali (es. comunali) gestionali o di pianificazione occorrerebbe integrare i dati esistenti per ottenere un dettaglio informativo adeguato alla scala di lavoro.

Nel caso di Cremona, peraltro, esiste una indagine del 1980, "Studio geopedologico del territorio comunale" (Bassi, Maccagni, Previtali) che utilizza molte osservazioni dirette e analisi pedologiche, con produzione di carte finali a scala di semidettaglio che, peraltro, non è stato possibile avere a disposizione; in ogni caso, si può presumere che le conclusioni di quello studio siano da considerare congruenti con le successive carte ERSAF, considerato che nello studio geologico per il PRG 2002, G. Bassi utilizza la cartografia ERSAF senza introdurre modifiche.

Riguardo ai caratteri dei suoli, si ritiene opportuno, in questa sede, rappresentare la distribuzione spaziale di singoli aspetti, con attenzione a quelli di maggiore rilevanza rispetto alle tematiche del rischio geologico s.l.. I dati pedologici sono ricavati dalla più aggiornata versione della Carta Pedologica alla scala 1:50K, sia per i caratteri propri delle tipologie pedologiche individuate, sia per quelli “derivati”, cioè interpretati per scopi applicativi. Oltre alle rappresentazioni basate sui caratteri attribuiti alle Unità Cartografiche della Carta pedologica, sono state utilizzate, per il solo territorio di Cremona, alcune letture basate sui caratteri dei singoli punti di osservazione, ricavate dallo specifico archivio ERSAF. Questa procedura, possibile su aree ristrette e con sufficienti osservazioni, consente di rivedere limiti e interpretazioni minimizzando il peso delle generalizzazioni effettuate per ottenere le coerenze necessarie a scale più ampie.

La figura seguente offre un quadro generale dei caratteri dei suoli, esteso ad un intorno ampio, fino a oltre la valle dell’Oglio.

Quasi tutte le tipologie pedologiche riconosciute sui paesaggi del Livello fondamentale della Pianura (Unità di Pedopaesaggio LF1, LF2 e LF3) sono classificate come Alfisols (Soil Taxonomy – USDA), cioè suoli evoluti, ben differenziati, caratterizzati dalla presenza di un orizzonte sottosuperficiale di argilluviazione (Bt), qui spesso intaccato o troncato dalle pratiche agricole.

Suoli con orizzonti B strutturali (Bw), meno differenziati rispetto al substrato, ma ben riconoscibili per struttura, tessitura e colore, sono presenti più sporadicamente sulla pianura, ma più diffusamente sui terrazzi delle valli inattive e/o sui lembi più interni e stabili delle valli attuali. Nelle aree di valle, di genesi più recente o soggetti a ringiovanimento, o più idromorfi, si incontrano, infine, suoli poco o quasi nulla evoluti, con profili di norma A – C. Tra questi sono da includere anche i Mollisols, suoli a profilo semplificato, molto ricchi di sostanza organica negli orizzonti di superficie, prevalentemente presenti in aree di valle con paleovalli recenti e torbose.

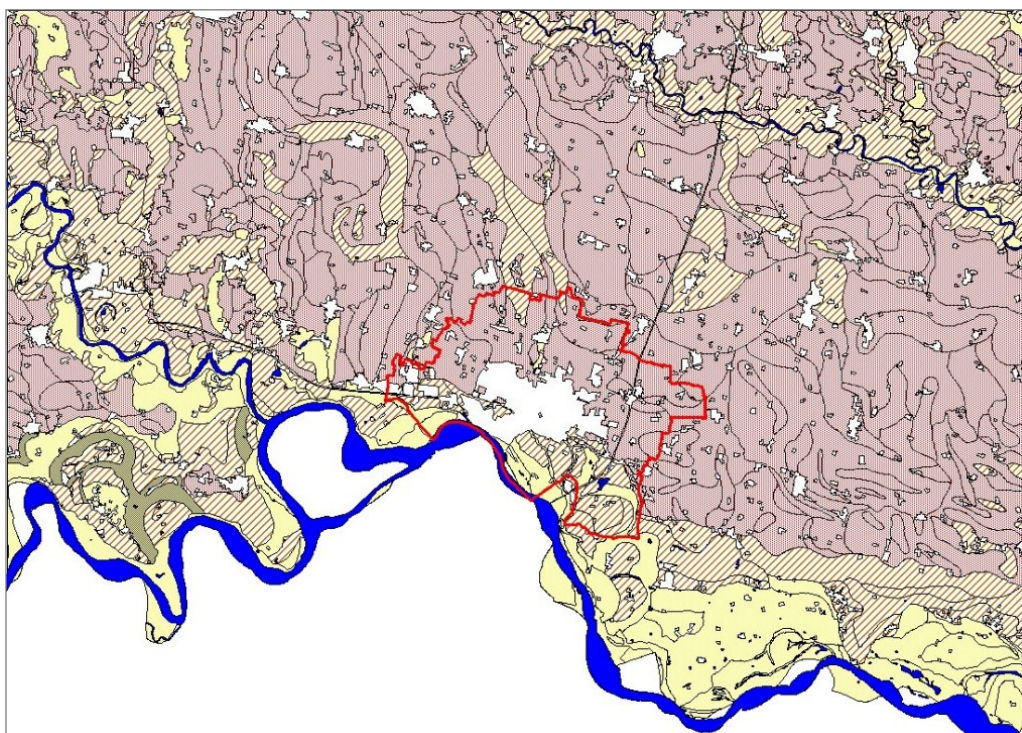






Fig.1.9

Tipologie principali di suoli identificate per “Ordine” sec. Soil Taxonomy

-  Inceptisols
-  Alfisols
-  Entisols
-  Mollisols

Interessante anche la rappresentazione della distribuzione delle tipologie associabili a falda idrica poco profonda, interferente col suolo e, in genere, a processi idromorfici più o meno evidenti. Le tipologie più idromorfe si trovano nelle valli ed anche in ambienti della pianura con suoli a tessitura fine e falda subsuperficiale. Quelli identificati tassonomicamente dal sottogruppo "Oxyaquic", indicativo di una condizione di idromorfia non permanente, prevalentemente confinata alla base del suolo, interessano anche l'area di Cremona, che pure in generale dovrebbe risentire favorevolmente della posizione al bordo del terrazzo fluviale sopraelevato rispetto alla valle del Po.

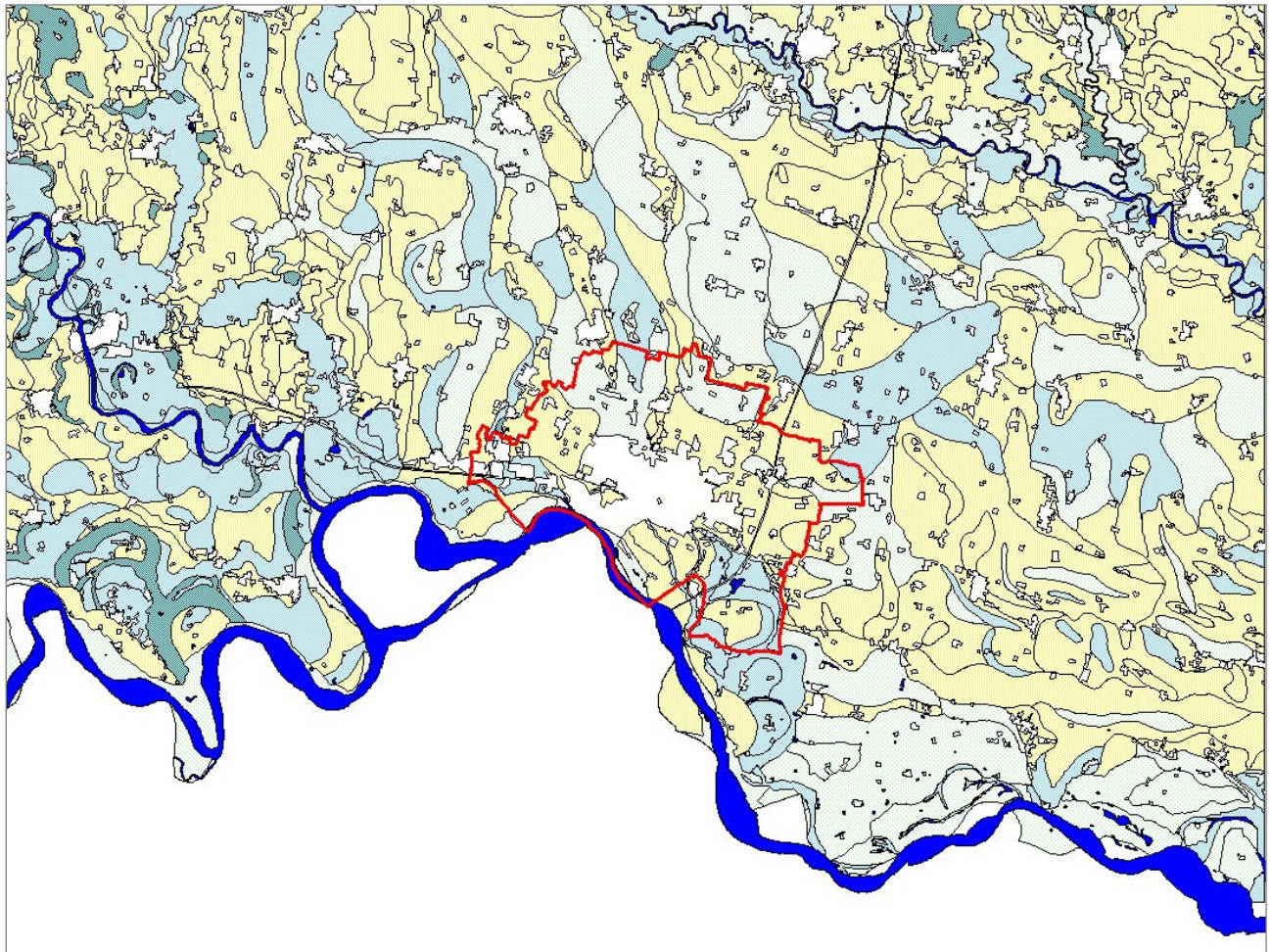


Fig. 1.10 Caratteri idromorfi dei suoli secondo la tassonomia USDA

La distribuzione delle unità con "famiglia" "calcareous" (ci deve essere almeno il 2% di calcare già tra 25 e 50 cm di profondità) è indicativa, evidentemente, della giovane età dei suoli che sono dunque diffusi nelle aree di valle (Fig.1.11). Al contrario i suoli "calcici" indicano l'esistenza di processi di precipitazione di calcare nel profilo del suolo, prevalentemente per la dinamica della falda e il richiamo dovuto alla risalita capillare e alla evapotraspirazione estiva. Sono indicati solo in poche unità cartografiche, ma, con una interpretazione più elastica, potrebbero invece interessare aree più ampie. Spesso le zone di precipitazione, anche in forma di

croste concrezionarie, si collocano infatti poco oltre la profondità diagnostica (1 m) e non sono segnalate dai termini tassonomici. Gli orizzonti calcici, a diverse profondità, sono dunque presenti in molte situazioni, da 30 a 200 cm circa, in genere al di sotto del “solum”.

Si veda la figura 1.12, che riporta una elaborazione dei dati osservativi, generata per interpolazione dei dati di profondità degli orizzonti concrezionati. Riguarda l’area attorno a Cremona, ma lascia intendere che il fenomeno si prolunga più a sud (da rosso a giallo: 30 – 110 cm).

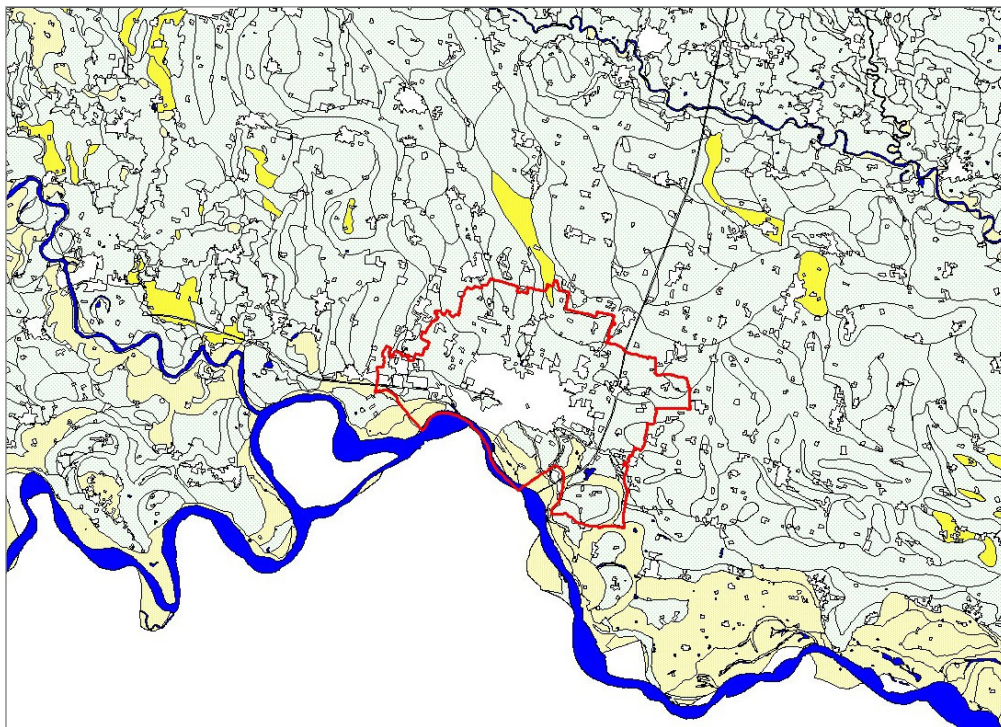


Fig. 1.11

Suoli calcarei e calcici (ST)

- non calcarei
- C famiglie Calcareous
- Ca sottogruppi Calcic

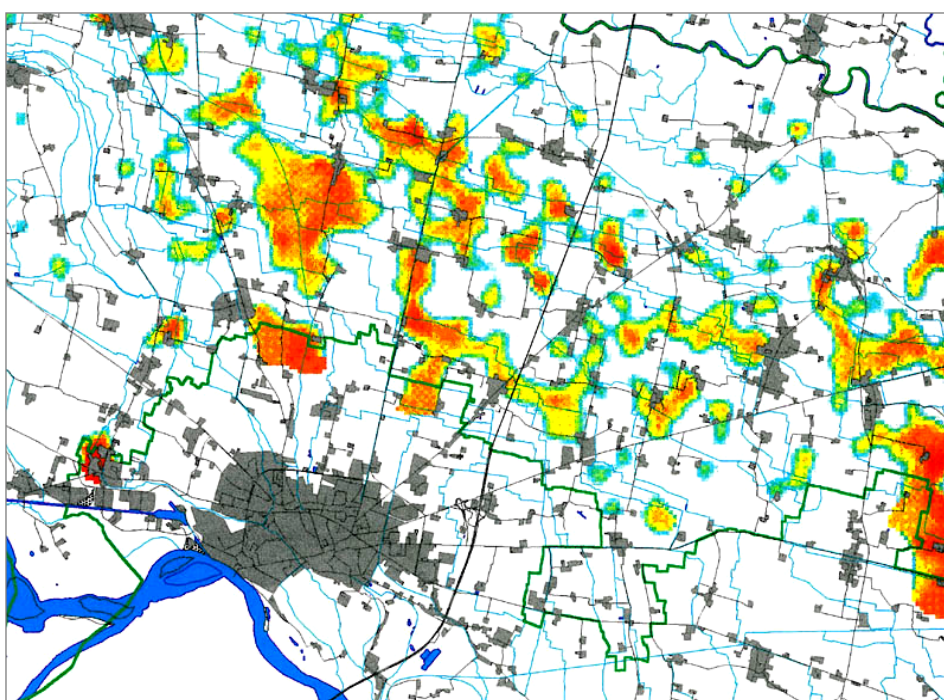


Fig. 1.12

Distribuzione in profondità dell’orizzonte calcico (Ersaf 2000)

Più in dettaglio, con riferimento al solo territorio di Cremona, sono rappresentate le caratteristiche granulometriche dei suoli. Sia le unità cartografiche, sia le singole osservazioni sono rappresentate secondo la classe granulometrica che le descrive. Sono sempre rappresentate come sabbiose (in giallo) le osservazioni e i poligoni con granulometrie varie, ma sovrapposte a granulometrie sabbiose, che si può ritenere rappresentino il substrato.

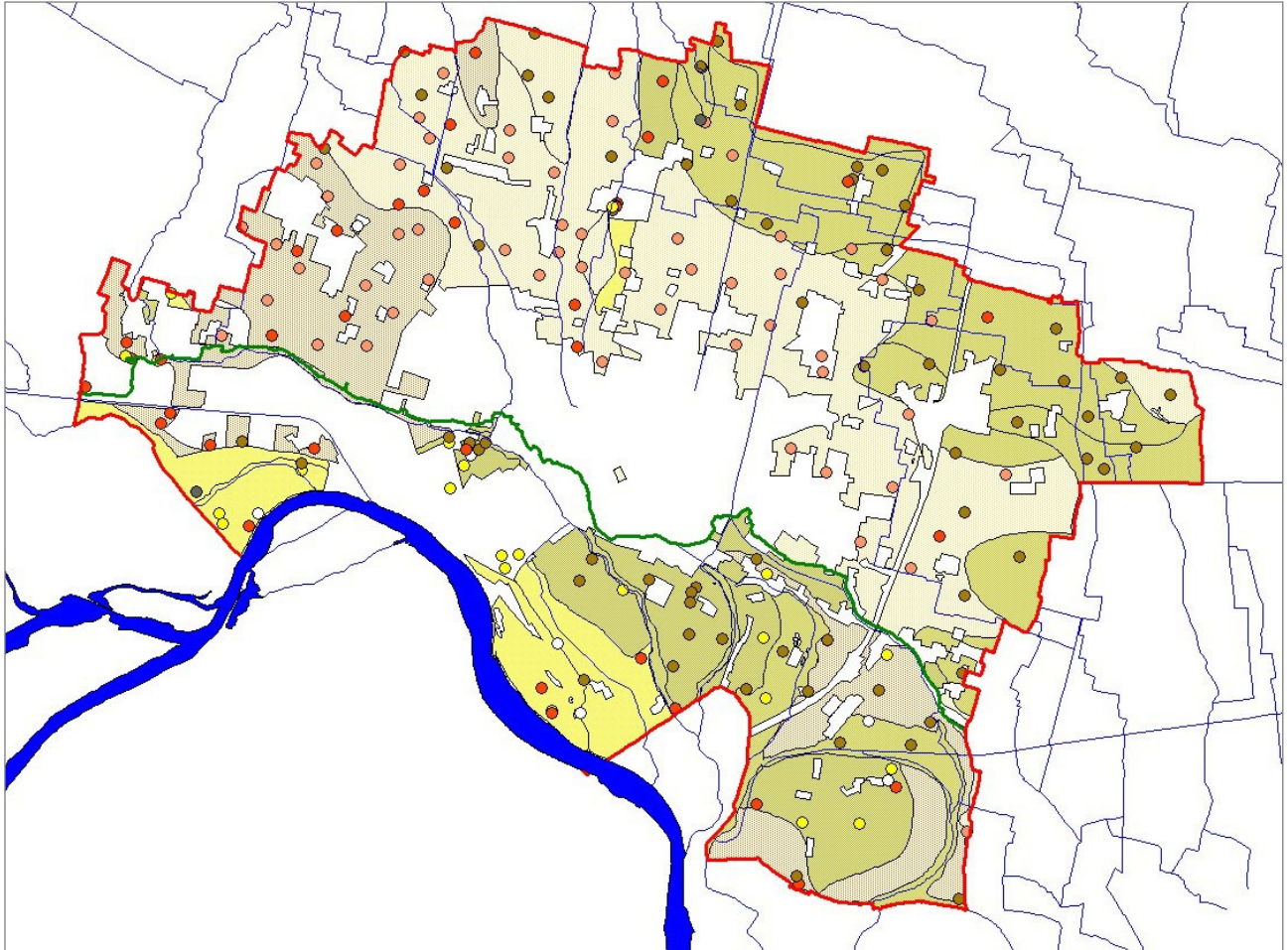
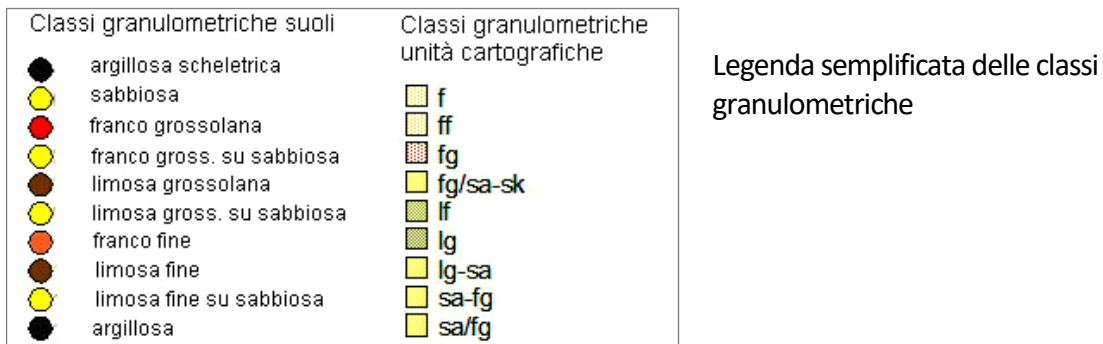


Fig. 1.13 Classi granulometriche dei suoli (osservazioni e unità cartografiche)



Si nota che le granulometrie limose, sia in valle Po, sia sulla pianura, si collocano nella parte est e nord – est del territorio, in accordo con le informazioni geologiche. Le granulometrie limose della valle, tuttavia, sono mescolate a tipi limosi su sabbia e, dunque si può immaginare che i substrati siano più grossolani di quelli della pianura. Su questa prevalgono le classi franco – fini, cioè con più del 18 % di argilla e meno del 50 % di

limo, mentre le franco – grossolane (< 18% argilla) sono distribuite soprattutto nella parte centro – occidentale del territorio, sulla pianura e in valle.

La figura seguente aggiunge un'ulteriore informazione, cioè la classificazione delle caratteristiche del drenaggio del suolo, inteso come capacità dello stesso di smaltire gli eccessi idrici.

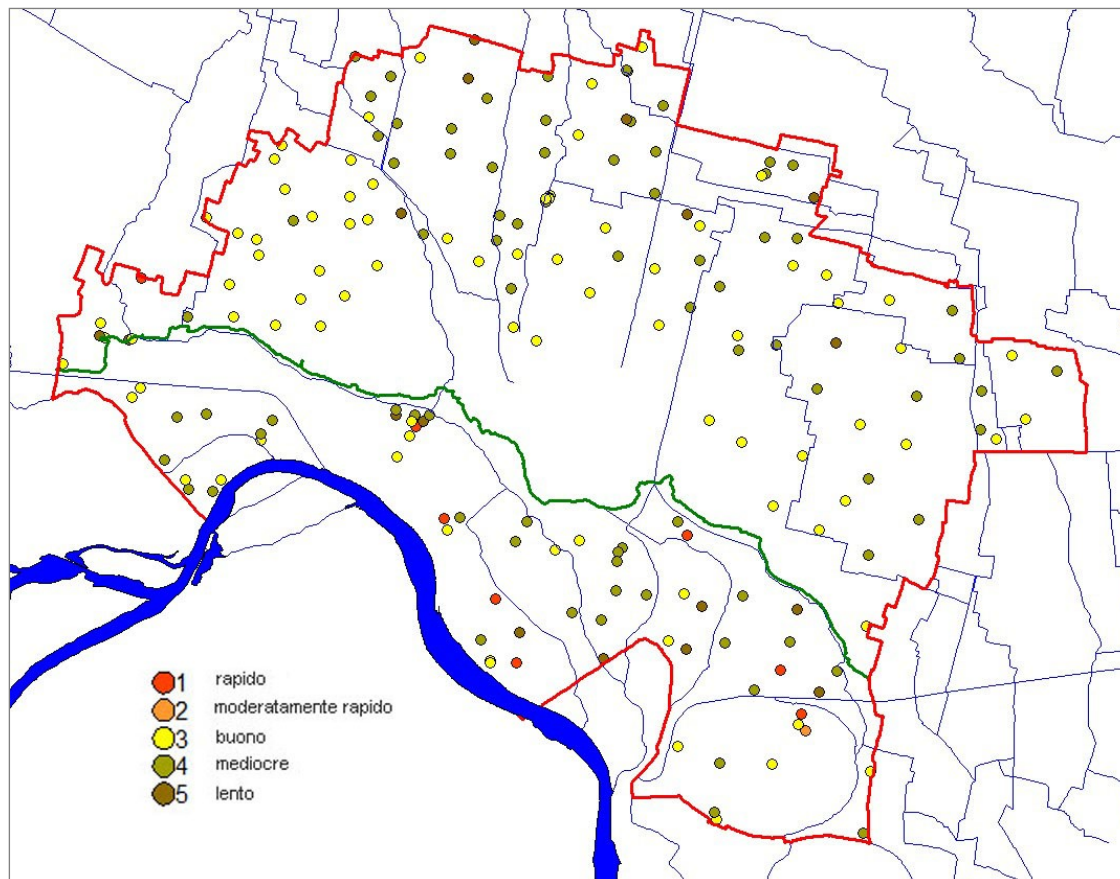


Fig. 1.14 Classificazione del “drenaggio” delle osservazioni pedologiche

A parte alcuni casi di drenaggio “rapido”, indicativo di materiali grossolani anche nel suolo, presenti nella parte centrale dell'area di valle, si nota che la tipologia drenaggio “buono” è diffusa soprattutto nella metà inferiore della fascia di pianura. Sulla stessa, nella sua porzione settentrionale e più orientale, e in valle, in varie collocazioni, sono invece segnalati drenaggi mediocri (rimozione piuttosto rallentata o difficoltosa dell'acqua in eccesso).

L'insieme delle caratteristiche descritte contribuisce alla definizione delle unità geologiche, nonostante si tratti di dati riferiti ai soli primi 1 – 2 metri di terreno a partire dalla superficie.

## 1.2 Elementi geomorfologici

### 1.2.1 Ambiti morfologici e forme

Il territorio di Cremona si trova al margine della parte della pianura tra Adda/Po e Oglio caratterizzata sia da una netta riduzione delle pendenze (0,1 %), rispetto alle porzioni a nord, sia da una rotazione della direzione

delle stesse, da N – S o NNO – SSE a NO – SE, rotazione che peraltro è evidente già all’altezza di Crema, osservando la deviazione del corso di Adda e Oglio.

La causa è tettonica e risiede nella prossimità del fronte dell’arco delle pieghe emiliane sull’allineamento S. Colombano, Cremona, Parma.

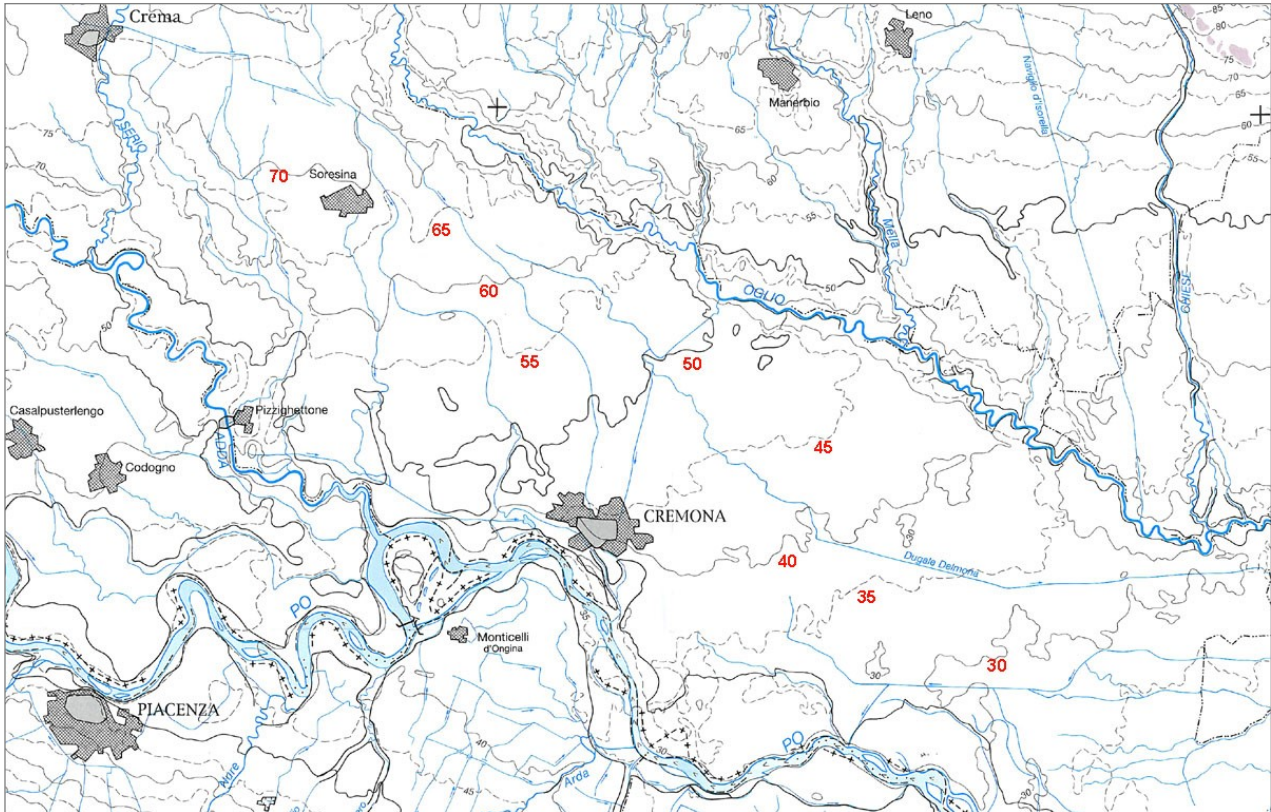


Fig. 1.15 Assetto morfologico generale della pianura cremonese (MIUR 1997)

Anche dove la pianura cremonese, nella sua parte centro – meridionale, sembra mostrare una morfologia regolare, sono però presenti ondulazioni e variazioni di pendenza. Verso il margine meridionale della stessa poi, queste variazioni si accentuano ulteriormente.

L’area di Cremona è un evidente esempio di questa situazione. Il territorio della città è compreso complessivamente tra le quote 50 m s.l.m., all’apice nord – ovest, e 35 m a sud.

La pianura è separata dalla Valle da una scarpata o da un raccordo morfologico variabile in altezza tra 10 m all’estremo ovest del territorio a circa 4 m a sud di Bonemerse. Nonostante questi dislivelli e la possibilità di individuare volta per volta le quote caratteristiche dei due ambienti, trascurando l’influenza delle maggiori modifiche antropiche, rimane la difficoltà a riconoscere, o meglio a definire, i limiti della pianura terrazzata nella zona storica della città. Ciò si deve sia alle modifiche dell’uomo, sia alla complessa morfologia propria dell’area.

L’immagine seguente è ricavata da una rappresentazione ragionata del piano quote, costruito come raster (grid di Esri) in 18 intervalli di quota dall’insieme dei punti quotati a terra del database topografico 2010 del Comune di Cremona. Essa descrive chiaramente gli elementi notevoli dell’assetto morfologico. Le fasce quotate sono disposte parallelamente alla direzione NE – SO, ma sono riconoscibili le forti ondulazioni del

terreno nella parte centro occidentale della parte di pianura. In particolare, da nord si prolunga fino all'area del Cimitero urbano una struttura allungata in leggero rilievo, comprensiva del noto Dosso Boschetto. Anche il lobo del centro storico della città è ben evidente anche se articolato in sottostrutture. Molto più regolare appare la porzione est delle superfici del Livello fondamentale della Pianura.

Una seconda elaborazione del "grid piano quote" (dev. standard 0,5) consente di evidenziare i punti e le aree di localizzazione della massima variazione morfologica rispetto ai valori medi.

I limiti tracciati seguendo queste fasce di massima variazione, oltre a confermare i limiti morfologici principali già noti (scarpate), hanno permesso di aggiungere altri elementi interessanti, utilizzati, insieme con altre informazioni, per la definizione dei limiti di tutte le unità geologico – morfologiche. In particolare vengono tracciati elementi secondari del limite pianura – valle e i contorni delle strutture di alto morfologico di Boschetto, Migliaro – Castelverde e San Predengo, oltre, evidentemente, al terrazzo di Cava Tigozzi. Si evidenziano le strutture depresse e complesse, ad est ed ovest del centro città, nonché la morfologia rilevata del nucleo storico della città antica, proteso sulla valle del Po. Con gli stessi strumenti sono state anche circoscritte aree dal comportamento opposto a quello delle porzioni con una certa, seppur minima, energia del rilievo, cioè aree di minima variabilità delle quote o aree piane/regolari. Queste ultime risultano ampie soprattutto nella parte nord – est ed est della pianura.

L'analisi delle variazioni morfologiche nella area della Valle del Po è risultata invece problematica e non praticabile, a causa soprattutto del disturbo creato dalla diffusa presenza dei rilevati artificiali degli argini, dei terrapieni e delle strade in rilievo.

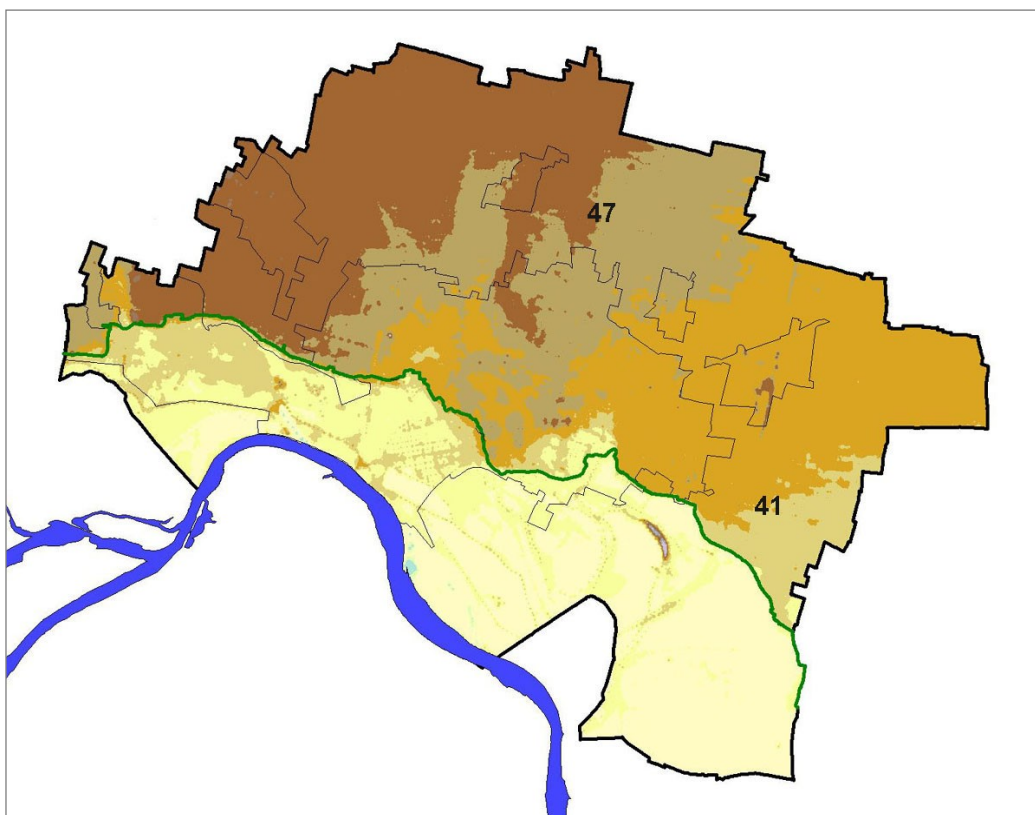


Fig. 1.16  
Piano quote  
da  
rasterizzazione  
punti quotati

La distribuzione delle aree piane e omogenee identifica abbastanza bene le zone a tessiture più fini dei suoli e le fasce interposte tra le zone di dosso. Alcune conferme ed ulteriori approfondimenti di analisi della morfologia dell'area provengono dall'esame delle curve di livello tracciate manualmente a partire da quelle

molto dettagliate del più recente database topografico comunale. Il disegno è stato effettuato, in modo schematico, per le sole aree della pianura, cercando di reinterpretare i tracciati nel loro andamento “naturale”, cioè meno modificato possibile dalle trasformazioni antropiche recenti. Nella figura sottostante, le isoipse (equidistanza 1 m) rivelano l’esistenza di due distinti domini, quello orientale, piuttosto regolare con gradienti di pendenza molto modesti (0,1 %) diretti ad est, nella porzione settentrionale e a SE o SSE, nella porzione meridionale. In questa zona è riconoscibile una sola fascia drenante che dalla zona Maristella si collega alla depressione del Pippia – Cerca, ad est della città.

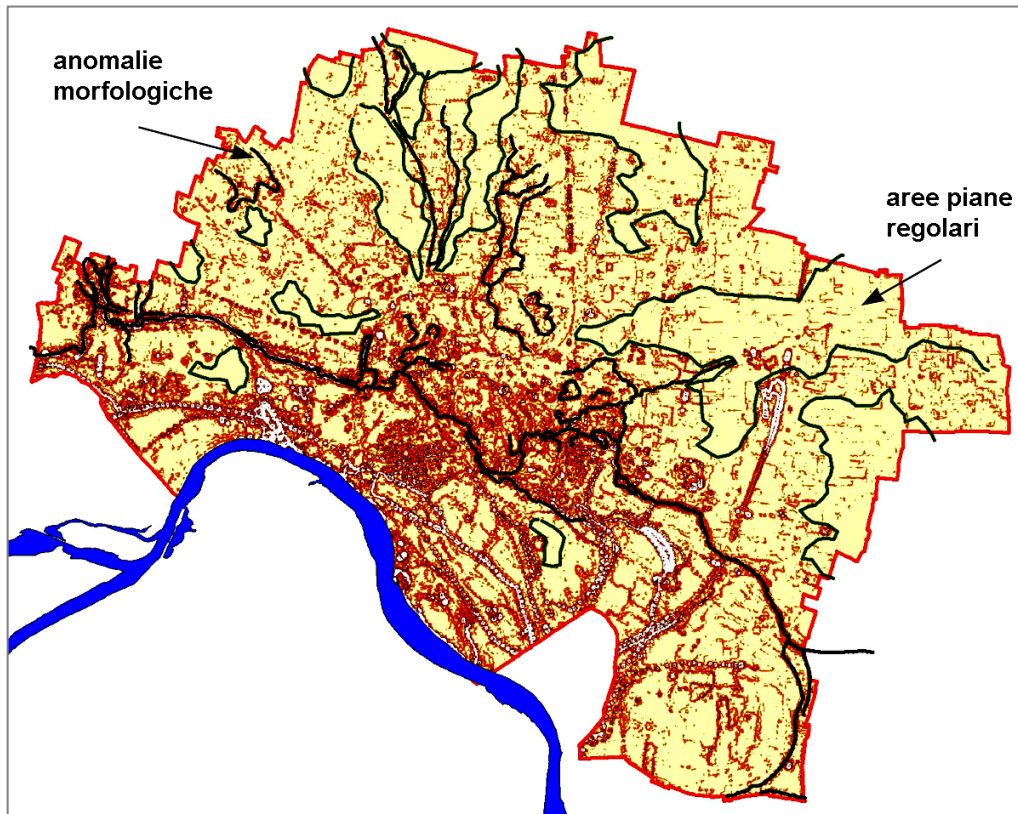


Fig. 1.17

Limiti morfologici rilevanti da elaborazione dati di cella del raster “piano quote”

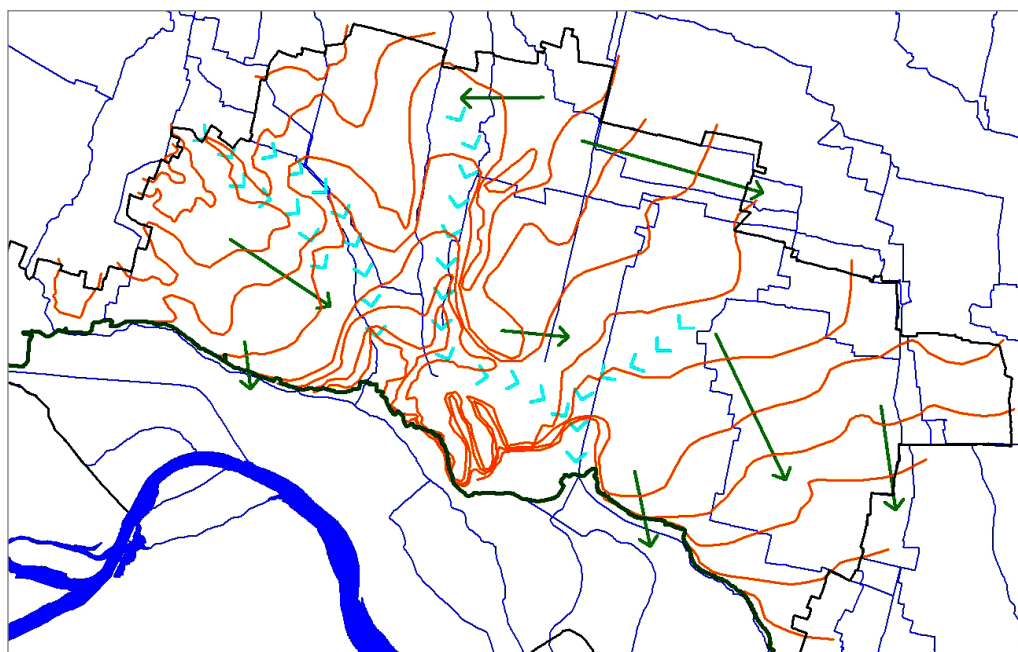


Fig. 1.18

Curve di livello semplificate della pianura, direzioni dei gradienti di pendenza. Tracce delle “fasce drenanti” principali del territorio a nord della città

Nella fascia di mezzo della pianura, a nord di Cremona, con la presenza delle, seppur modeste, forme a dosso, che si prolungano fino al limite comunale e fino a Castelveverde, le curve di livello si dispongono con andamenti NS o NNO – SSE evidenziando anche la importante linea drenante Ossalengo – Boschetto – Fregalino. Anche questa si collega al fosso del Cavo Cerca deviando il suo percorso verso est nella area ferroviaria, già area di deviazione attorno al centro storico delle acque provenienti da nord.

La porzione ovest della pianura evidenzia la struttura di S. Predengo, a contorni ondulati e pendenze da 0,13 a 0,3%, limitata a nord dalle fasce drenanti corrispondenti, più o meno, ai tracciati del Rodano e della Roggia Cavo, entrambi convergenti nel Rodanino e nel fosso Baraccona, scaricatore delle acque ad ovest della città. Procedendo verso i margini del terrazzo principale, sia ad ovest che ad est della città, la pendenza dei terreni tende a ruotare di direzione verso l'orlo della scarpata, in questo modo individuando una zona morfologicamente caratterizzata, che si ritiene possa essere fatta coincidere con la fascia a sabbie prevalenti già descritta in precedenza.

L'analisi della distribuzione delle quote e l'andamento delle curve di livello consentono anche di delineare meglio la morfologia dell'area del centro storico. A conferma di quanto già in passato descritto, risulta evidente la presenza di due dossi paralleli, diretti NNO – SSE, allineati sugli assi storici Duomo – via Manzoni e S. Pietro – S. Agostino – c.so Garibaldi. Ad essi, definiti dalle isoipse 45 – 46 m, si associa una terza struttura, più rilevata e perpendicolare alle prime, tra la via Gerolamo da Cremona e Corso Matteotti, potenzialmente collegata verso nord al dosso del Boschetto attraverso il modesto "alto" dell'area "Cimitero – C.na S. Elena".



Fig. 1.19 Forme positive dell'area del centro storico e del cimitero urbano

### 1.2.2 Elementi lineari

Lo studio degli elementi morfologici significativi e, soprattutto, degli elementi lineari che identificano i limiti di morfostrutture, identifica le rotture di pendenza e le scarpate, i bordi di versanti, ecc.

L'insieme di questi elementi è stato distinto, per quanto possibile, soprattutto secondo la origine e l'evoluzione presunte, utilizzando le seguenti definizioni (Fig. 1.20):

- a) limite naturale (*verde*)
- b) limite antropico (*viola*)
- c) limite misto (*arancione*)
- d) limite storico (solo nei casi di limite non più esistente)

Come si può immaginare, si tratta di una classificazione, prima ancora che difficile da attuare, incerta nel suo significato. Non c'è infatti terreno che, nel tempo, non sia stato modificato dall'uomo, anche quando ciò non sia immediatamente o attualmente visibile.

In questo caso quindi, si sono intesi come naturali tutti i lineamenti che appaiono conservare una morfologia e un aspetto naturaliforme, distinti dai lineamenti antropici che sono sostanzialmente modificati o creati in modo completamente artificiale.

Nella categoria "lineamenti misti" sono dunque finite moltissime situazioni che, pur chiaramente antropizzate, conservano tracce degli andamenti geometrici naturali e/o rappresentano una possibile testimonianza di assetti morfogeologici più antichi. Come limite cronologico discriminante in questa verifica delle morfologie pre – urbanizzazione, si è utilizzata la topografia disegnata dalle tavolette IGM prima edizione, cioè 1890. Si tratta di documenti di dettaglio modesto, ma molto chiari e affidabili, in grado di fornire molte informazioni trasferibili sulle carte attuali.

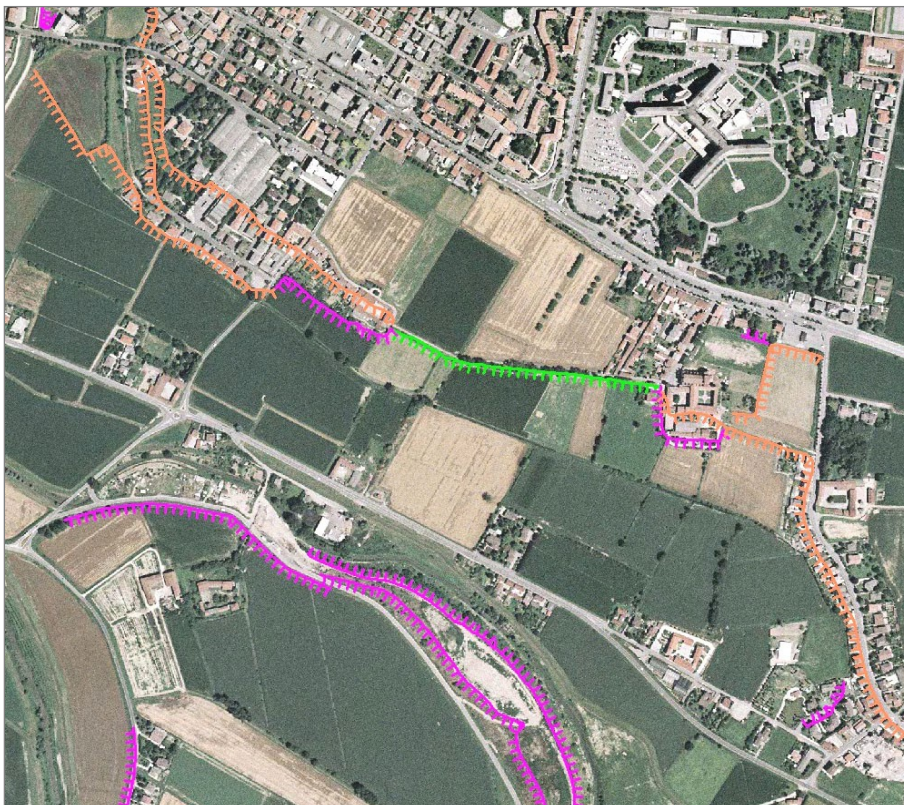


Fig. 1.20

Natura dei limiti  
"geologici" cartografati

Gli stessi lineamenti sono anche identificati per tipologia:

- a) orlo di scarpata (bordo delle scarpate principali);
- b) scarpata fluviale (come sopra, se su fiumi e torrenti);
- c) limite morfologico (tutti i limiti morfologici secondari);
- d) base di scarpata (identifica la base dei pendii e delle scarpate ben identificabili in pianta).

La delimitazione degli elementi è stata ricavata sia da documenti esistenti, sia da nuovi rilievi, sostanzialmente consistenti nella fotointerpretazione in stereoscopia delle immagini aeree disponibili per il territorio di Cremona: *i*) volo Rossi b/n 4/1982, completo; *ii*) volo Rossi b/n 3/1997, solo aree periferiche; *iii*) volo CGR colore 6/2010, completo.

In particolare, per completezza della copertura e collocazione nel tempo, sono state analizzate tutte le immagini dei voli 1982 e 2010 che consentono di verificare la situazione delle trasformazioni ambientali sull'arco degli ultimi 30 anni. Occorre dire che ai fini di una più compiuta valutazione delle trasformazioni a partire all'inizio degli interventi di maggiore impatto, sarebbe stato necessario disporre di una fonte informativa precedente all'80, come ad esempio il volo GAI 1954, limitato comunque nell'efficacia dal modesto dettaglio delle immagini.

Gli elementi tracciati comprendono limiti netti e conosciuti, come le scarpate principali pianura – valle Po, le scarpate secondarie, le rotture di pendenza e ogni traccia anche antropica che segnali una anomala differenza di quota, compresi i contorni di terrapieni e strutture antropiche. Sono state escluse solo le tracce di scavi edilizi chiaramente temporanei e comunque ciò che pur riconosciuto in fotografia, non sembra più esistere. In questi casi occorre rifarsi alla documentazione relativa, eventualmente, a situazioni di alterazione/degrado pregressi (Cap. 4).

Risultano compresi tutti i limiti che segnalano ingenti spostamenti di terreno e modifiche significative della morfologia originaria. Come già accennato in precedenza, si tratta di un approccio non assolutamente rigoroso al problema, piuttosto soggettivo e di buon senso, poiché quasi ogni intervento urbano produce ingenti modifiche morfologiche e dei materiali geologici. Per rilevanza dimensionale sono, ad esempio, indicate le scarpate esterne ai due spalti conservati delle antiche mura (ingente accumulo di materiali), mentre sono cartografati solo sulla tavola delle aree degradate/trasformate i grandi terrapieni o i grandi scavi corrispondenti alle infrastrutture di trasporto (rampe dei ponti, sottopassi); circa le trasformazioni delle forme, occorre dunque utilizzare in parallelo la Tav. 1 e la Tav. 4.



Fig. 1.21

Spalto di Porta Mosa  
(da Google Earth 8/2010)

Complessivamente sono stati cartografati lineamenti per oltre 120 km di lunghezza, dei quali circa il 36% definibili antropici, il 34% misti e il 30% naturali. Si devono poi aggiungere i limiti corrispondenti alla base dei versanti/scarpate, i limiti storici, ecc.

Quanto al tipo geomorfologico, il 63 % circa dei lineamenti è associato alla categoria generica del “limite morfologico”, anche molto modesti, mentre il 28 % corrisponde ad orli netti di scarpate, dei quali il 22% corrisponde a scarpate fluviali.

Inoltre, viene dato rilievo alle scarpate più alte e pendenti (>5-6 e pendenza > 30%), come unici elementi del paesaggio geomorfologico in grado di dare origine a situazioni di rischio per movimenti gravitativi.

Ritornando alle fonti di informazione utilizzate per integrazione, confronto e verifica della fotointerpretazione, occorre citare i principali documenti consultati: *i*) Carta geomorfologica con elementi geopeologici – (Studio geologico per Prg 2002 e Pgt 2009 – G. Bassi); *ii*) Ptcp Provincia di Cremona 2009 (scarpate); *iii*) limiti Unità Cartografiche della Carta Pedologica; *iiii*) Carta Geologica e altre fonti di media e piccola scala.

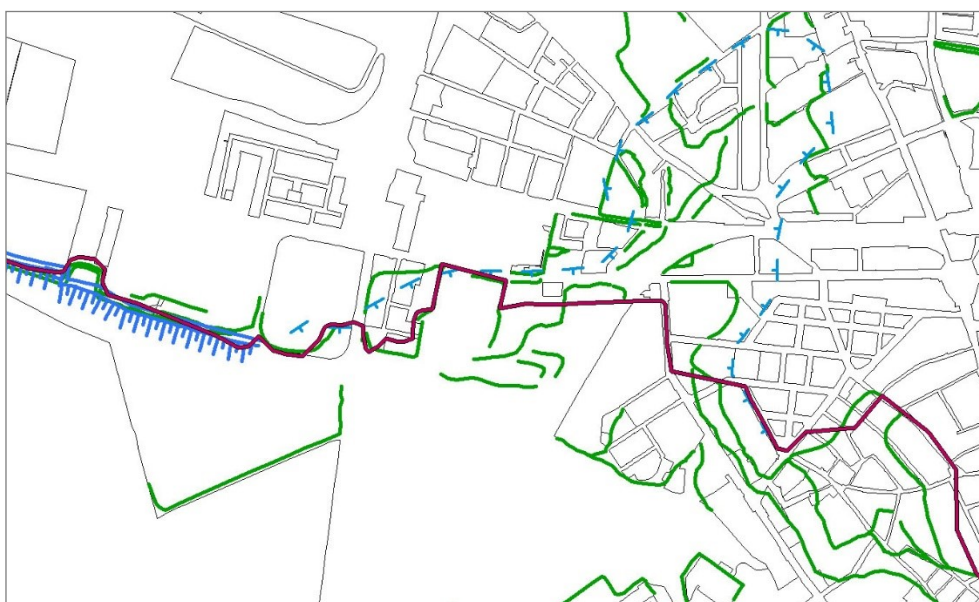


Fig. 1.22  
Confronto limiti morfologici da nuova fotointerpretazione (verde), Ptcp marrone, Bassi (azzurro) – area solco Baraccona, limite valle – pianura

Rispetto a queste carte, l’interpretazione realizzata ha potuto avvalersi, oltre che delle immagini aeree recenti e di grande scala, anche di una base topografica di grande dettaglio, anche se di scarsa chiarezza grafica. Come già ricordato i punti quotati a terra, presenti nel layer tematico del nuovo database comunale, appaiono complessivamente affidabili e di notevole supporto alla lettura delle forme, unitamente alle curve di livello. Con gli stessi dati, come già ricordato, si sono anche elaborati layer tematici assai utili alla identificazione dei limiti morfologici.

Le informazioni del database topografico, e quelle da esse derivate, non erano disponibili in passato e hanno oggi consentito una precisione maggiore di quanto già esistente in molte aree. In altre parti del territorio, comunque, la interpretazione dei limiti morfologici risulta ancora incerta e dunque necessariamente, almeno in parte, influenzata da valutazioni soggettive. Ciò capita soprattutto nelle aree urbanizzate, in particolare quando si deve rappresentare un limite necessario dal punto di vista geologico, ma vago o inesistente nella sua evidenza morfologica attuale. Si tenga presente che il 45% di tutte le tracce morfologiche censite si trova in aree urbanizzate/edificate.

### 1.3 Unità dell'interpretazione geologico – ambientale

Dall'insieme delle informazioni geologiche, morfologiche e geomorfologiche esposte in precedenza è stato ricavato il mosaico delle "unità geologiche e geologico – ambientali", intendendo che alcune unità cartografiche non sono caratterizzabili per parametri geologici relativamente certi, come la natura dei materiali del substrato, ma vengono ugualmente identificate in base a criteri parziali: quote e morfologia, storia antropica differente, indicazioni da fonti diverse.

Per le aree della pianura, i criteri guida utilizzati risultano dalla sintesi delle zonazioni geologiche (granulometria) e pedologiche (classe granulometrica, idromorfia e drenaggio), integrate dalle informazioni, assai convergenti, sulla soggiacenza della falda (si veda in 3.2.4) a unità sono corretti o integrati anche dalle analisi morfologiche, sulla base delle quali si è confermata l'esistenza delle fasce di margine del terrazzo principale e si sono ipotizzati i contorni delle fasce in rilievo di Boschetto e Migliaro, anche oltre le porzioni già note.

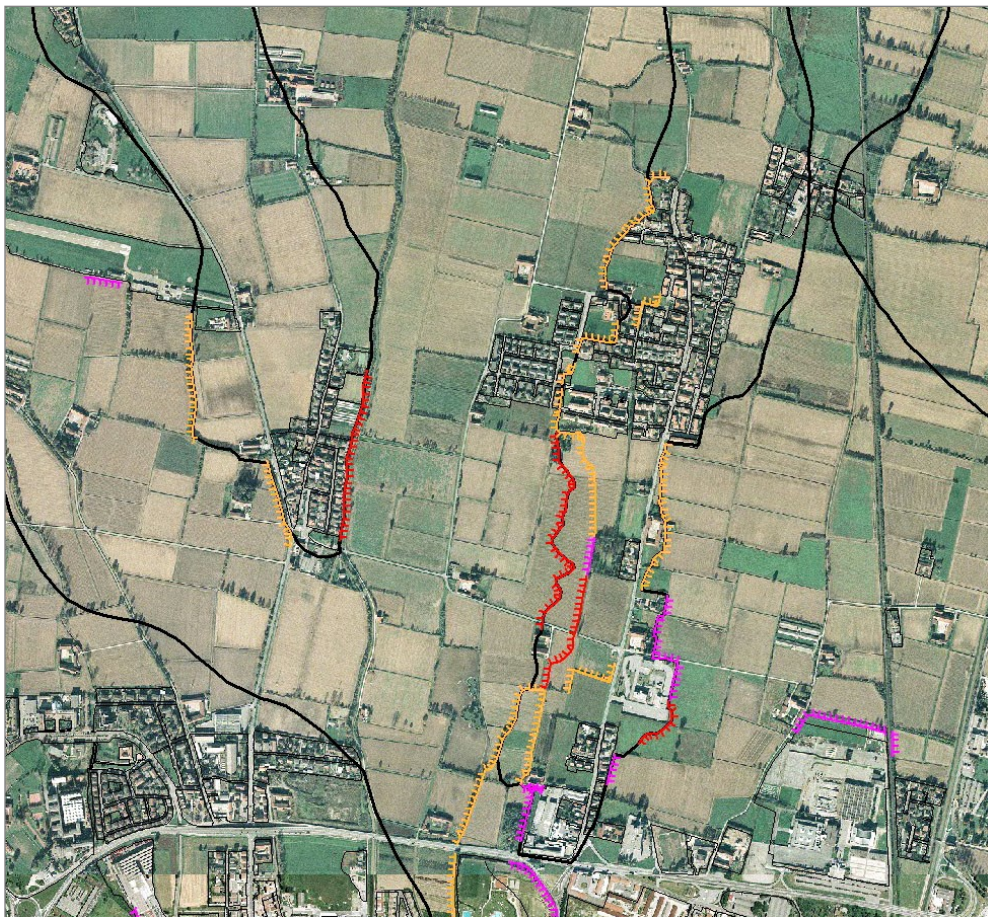


Fig. 1.23

I dossi e le fasce in leggero rilievo di Boschetto e Migliaro

Per le aree di valle si è tenuto conto, come già avviene nello studio per il Pgt previgente, della inondabilità delle aree, separando le aree golenali aperte, delimitate dall'argine maestro, dalle aree interne delle golene protette. Queste ultime sono divise in unità cartografiche soprattutto in base alla natura dei materiali e alla loro elevata idromorfia, connessa con morfologia e livello di falda. Nella porzione più attiva della valle, corrispondente anche alla Fascia A del PAI, è anche distinta una porzione, al margine dell'alveo attivo del Po, abbandonata dal fiume molto recentemente, non più di 50 anni fa. Essa è caratterizzata dalla presenza di lanche abbandonate e morfologia irregolare. Recentemente alla vegetazione spontanea si è aggiunto un

ampio impianto arboreo artificiale, denominato “Un po’ di foreste”, realizzato nell’ambito del progetto regionale “10 grandi foreste della pianura” ed esteso su 90 ha tra Casalmaggiore, Cremona e Gerre De’ Caprioli.

Da notare che tutto l’ambito ovest della golena protetta, dal quartiere Po a Cava Tigozzi non è più classificabile con criteri geologici ordinari, perché quasi interamente trasformato dagli insediamenti industriali e attività complementari.

Le situazioni di maggiore incertezza interpretativa riguardano l’area di Cava Tigozzi e la valle del Morbasco, nonché tutta la fascia di transizione pianura – valle compresa nell’ambito della città storica e della città costruita in genere, dall’area Tamoil a S. Rocco.

L’ambito di Cava Tigozzi risulta fortemente alterato nella sua morfologia originaria. Il percorso del Morbasco è costretto, nella zona del centro, tra nuove zone edificate, e il fondo valle è in parte colmato e deviato. Il bordo superiore del solco vallivo, in sponda sinistra a nord dell’abitato, mostra le forme angolari innaturali ereditate da una attività antropica di modellamento importante. Su entrambe le sponde è presente un livello terrazzato 4 – 5 m più basso del terrazzo di Cava Tigozzi – Costa S. Abramo. Questo lembo è a sua volta sopraelevato sul Livello fondamentale della Pianura, a est, di circa 2 m.

I limiti geologici e morfologici individuati non sempre corrispondono a quelli già proposti in studi preesistenti (G. Bassi, Ptcp, ecc.) e costituiscono comunque una rete piuttosto complessa.

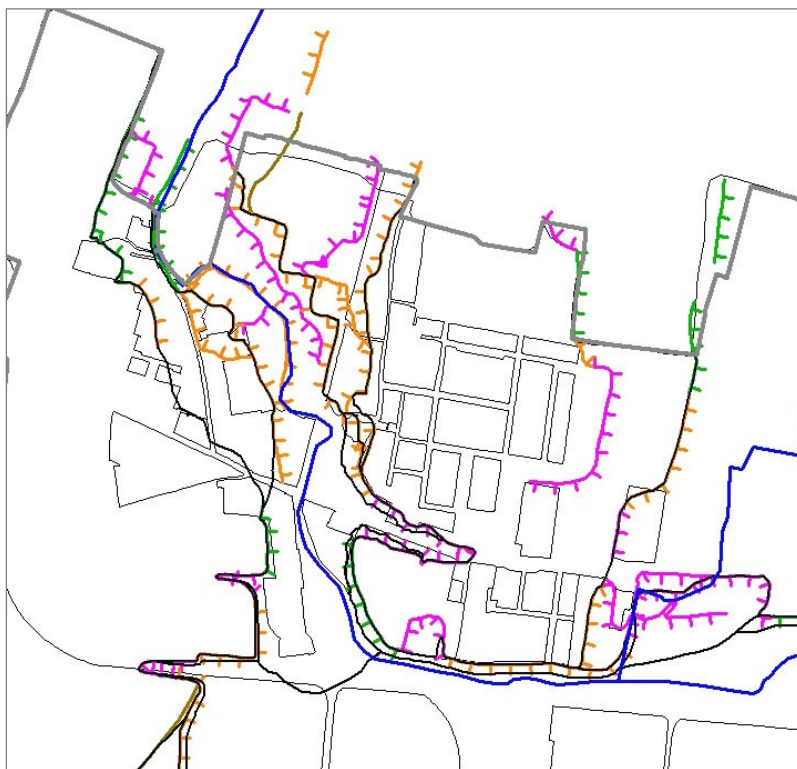


Fig. 1.24  
Insieme dei limiti morfologici e  
unità geologiche dell’area di Cava  
Tigozzi  
(limiti “antropici” in viola, “misti” in  
arancio, “naturali” in verde)

La città storica è edificata, come noto e già descritto, su un rilievo del margine terrazzato della pianura, limitato dai solchi drenanti del Rodanino – Baraccona , ad ovest, e del Cavo Cerca, ad est. Questi costituiscono le direttrici del sistema di drenaggio e convogliamento delle acque provenienti da nord, insieme con gli antichi corsi degli acquedotti Cremonella e Marchionis che, invece, attraversavano, e tuttora attraversano, la città antica.

La morfologia di queste due aree di depressione morfologica ai due lati del centro città non è ben definita, soprattutto perché trasformata dalla urbanizzazione che opera per una costante azione di aggradazione delle superfici. Per questo l'analisi delle forme è stata condotta con molta attenzione per individuare motivi morfologici che possano fornire elementi per definire contorni e ampiezza delle valli.

Il solco del Cavo Baraccona lo si può pensare esteso dalla via Milano alla via Filzi per circa 700 metri di lunghezza e 450 m di larghezza massima. L'esistenza di zone tuttora ribassate rispetto alle quote medie circostanti di strade e piazzali, può essere intesa proprio come testimone inequivoco di un colmamento imperfetto, consentendo di delimitare, pur approssimativamente, i contorni della valle originaria. La stessa doveva prolungarsi verso nord – ovest lungo il Rodanino, in una zona depressa, peraltro interessata da scavi e successivi riempimenti dovuti alla attività delle Fornaci (Ceramiche) Ferrari e, successivamente, Cerioli.



Fig. 1.25

Stralcio della carta di Vaiani 1925 – area Fornaci Ferrari e Cerioli

Una trasformazione particolarmente accentuata, per colmamento e regolarizzazione, sembra possa essersi attuata soprattutto nell'area della ferrovia, tra via Castelleone e via Ghinaglia, nonché in corrispondenza del sottostante quartiere Castello. Questa area dovrebbe infatti collegarsi ad una seconda minore inflessione del margine della pianura, risalente dalla via Massarotti alla via Magenta.

Importante osservare che questa inflessione corrisponde al massimo avvicinamento del corso del Po al limite della città antica, come sembrerebbe documentato da una traccia riportata sulla carta della città di A. Campi

del 1583 e come risulta sia avvenuto effettivamente più tardi, nella piena del 1705 (acqua nella zona delle chiese di S. Carlo e S. Angelo) (G.F.Manfredini 1996).

La zona al margine sud e sud est della città storica è ancora più complessa. È nota infatti, e descritta da vari autori, la peculiarità dell'area posta subito ad est del nucleo più antico della città, dove si trova la piazza del Comune e la cattedrale. Si tratta della zona compresa tra le vie XX Settembre e XI Febbraio, interclusa nella cinta muraria storica, ma ribassata di 5 – 7 m rispetto ai dossi della città romana, probabilmente caratterizzata da terreni umidi e orti e lasciata almeno in parte libera da edifici fino a oggi.

Può essere ritenuta un livello inferiore della pianura, in parte collegabile alla modesta ma ampia depressione che caratterizza il solco del Cavo Cerca, colatore principale delle acque ad est della città.

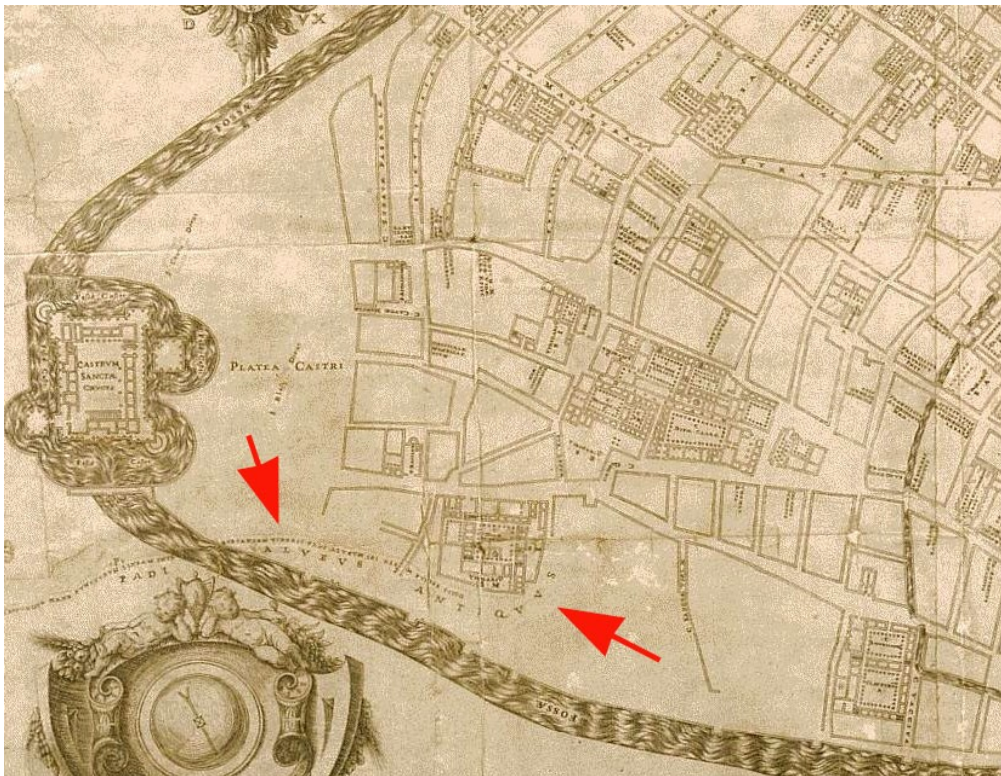


Fig. 1.26

Stralcio della carta di A.Campi 1538, con la traccia dell'alveo del Po

Anche nel caso della "valle" del Cavo Cerca, i contorni della stessa possono essere ricostruiti unendo tra loro le depressioni morfologiche residue, anche se di natura antropica immediata. Nel caso in oggetto si sono ipotizzate due sottoaree, la prima, più bassa, direttamente collegata all'area di valle di S. Rocco, la seconda ad un livello leggermente superiore. La fascia depressa che le unisce prosegue verso nord come asse drenante principale, per poi dividersi in due: a nord – est attraverso il quartiere Zaist e verso ovest, ad attraversare lo spazio ferroviario. Questa ultima area, presumibilmente fortemente colmata già dall'inizio del decennio 1860 – 70, per i primi lavori ferroviari e lo spostamento della Cremonella, a dar luogo oggi ad una grande superficie piana innaturale, doveva invece caratterizzarsi per un assetto in grado di raccogliere le acque provenienti da nord e trasferirle sul lato est della città.

La funzione è ancora attiva, ma le forme che la potevano rendere riconoscibile sono sparite.

In questo contesto, che peraltro riserva altri elementi di interesse anche lungo la scarpata che porta fino alle Quattro Strade ed oltre, è stata curata la delimitazione di unità geologico – geomorfologiche e/o geologico –

ambientali, sia principali che secondarie, a partire dalla tracciatura del fondamentale, talvolta convenzionale o virtuale, limite pianura / valle del Po.

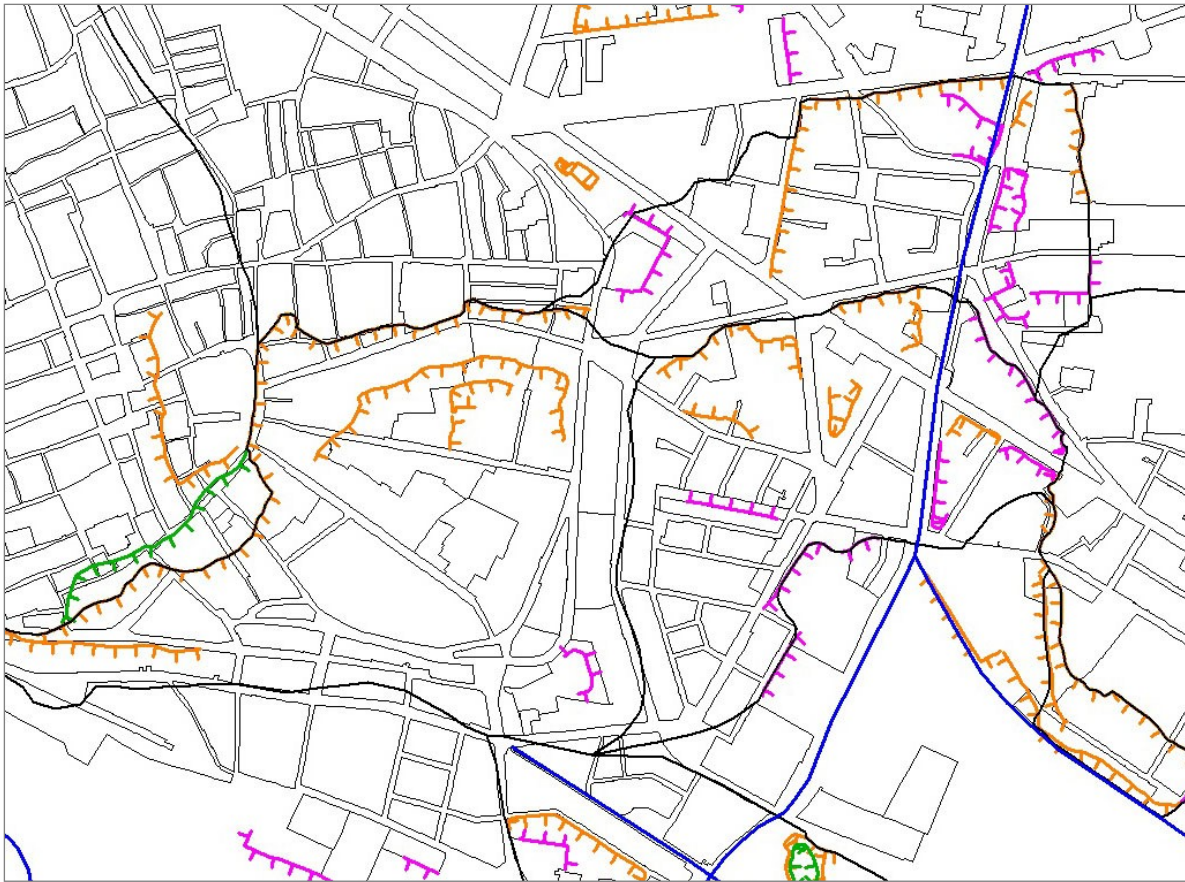


Fig. 1.27 Area del solco del Cavo Baraccona e del ripiano basso di Porta Mosa

Il suo percorso taglia i solchi Baraccona e Cerca alla base, in modo a volte incerto, e delimita, con difficoltà, sui lati sud ed ovest, la città storica. Un limite più interno, nella sola parte relativa alla città costruita, unisce le tracce più settentrionali delle superfici ribassate dei solchi Baraccona e Cerca per definire, in qualche modo, il bordo superiore antico, e presunto, della pianura. Questo limite, peraltro, coincide con i limiti geologici tra le unità della pianura e quelle di valle o quelle di transizione.

Tutto ciò considerato, comprese i numerosi motivi di incertezza, ai fini della interpretazione di “unità di paesaggio”, sono complessivamente individuati 10 ambienti di primo livello, scomposti in 24 unità geo – ambientali di dimensioni molto variabili, tra 18 km<sup>2</sup> della unità più estesa della pianura a circa 0,2 km<sup>2</sup> dell’unità che raccoglie le sole superfici di scarpata e versante.

La legenda delle unità, più oltre riprodotta, costituisce la base della Tav. 1 Geomorfologia e geopedologia (Allegati – Cartografia di analisi), alla quale sono aggiunte altre informazioni di carattere morfologico, geologico e pedologico.

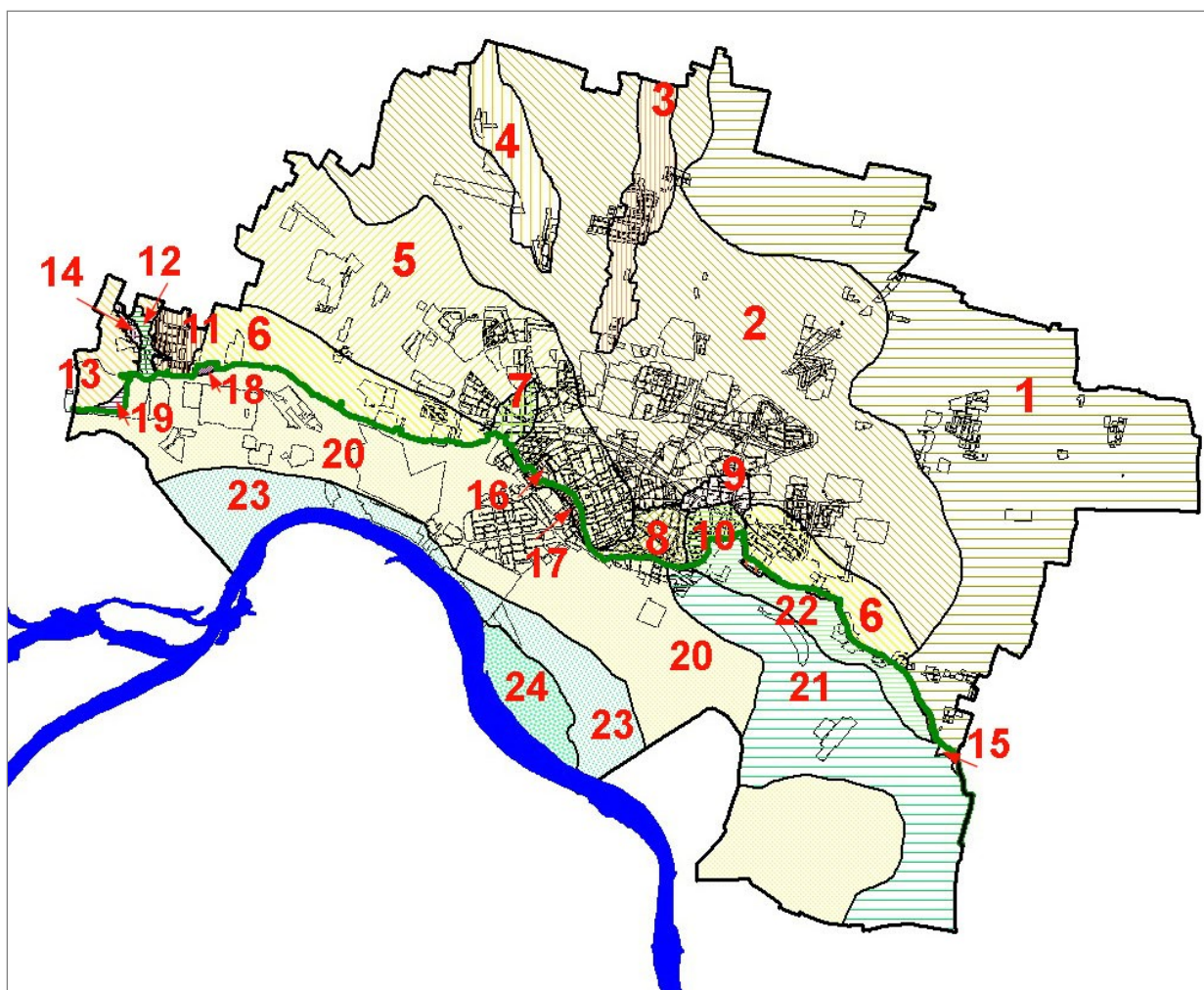


Fig. 1.28 Ambienti e unità geo – ambientali distinte nel territorio di Cremona

Ambito	Unità principali	Unità/superfici secondarie	Descrizione
1	Unità limo – argillosa nord – orientale		Superfici piane a pendenze molto modeste (attorno a 0,1 %), con direzioni est e sud, su substrati limosi o limoso argillosi nei primi metri, poi sabbiosi, con suoli limosi e a drenaggio mediocre
2	Unità limo – sabbiosa centrale		Superfici leggermente ondulate, con pendenze modeste, ma variabili tra 0,08 e 0,3%, dirette est – ovest nella parte centrale o sud – sud – est. Substrati limo – sabbiosi e sabbioso – limosi, con suoli franchi, con falda poco profonda nella metà occidentale
3		Superfici del Dosso Boschetto e limitrofe	Area dell'antico Dosso Boschetto rilevata di 1 – 2 m sulla pianura circostante, con lembi di vetusoli rossastri franco – sabbiosi, raccordata ad una fascia continua N – S di modesto rilievo morfologico
4		Superfici Migliaro – Castelverde	Fascia di modesto rilievo morfologico, diretta N – S, rappresentativa di una ondulatione positiva della pianura, con minime soggiacenze idriche e suoli franchi

5	Unità centro occidentale sabbiosa con limi di copertura		<p>Superfici modestamente ondulate, con alto relativo nell'area di S. Predengo, e pendenze modeste (0,13 %), localmente sensibili (0,3%). Substrati geologici prevalentemente sabbiosi, con frequenti coperture plurimetriche limose e suoli ben drenati a tessiture franche.</p> <p>L'Unità comprende anche l'area dei tre principali dossi, allungati NNO – SSE e E – O, che costituiscono la porzione occidentale, più rilevante, della città murata.</p>
6		Superfici prevalentemente sabbiose del margine terrazzato	Fasce parallele ai margini del terrazzo principale della pianura, individuabili ad est ed ovest della città, per una ampiezza di circa 0,5 km, leggermente pendenti verso S o SSE, a substrati sabbiosi o sabbioso limosi e suoli franchi.
7	Unità intermedie e di raccordo	Superfici del solco Baracona – Rodanino	Area di raccordo morfologico tra pianura e valle, percorsa dalle acque del colatore Baracona, completamente urbanizzata e di contorno non certo
8		Superficie del ripiano inferiore di P.ta Mosa	Area di forma convessa, orientata verso E, più bassa di 5 – 7 m rispetto ai dossi della città monumentale, con probabile presenza di terreni limo – argillosi e drenaggio scadente delle acque
9		Superficie superiore del solco Cerca	Area di confluenza del Cavo Cerca e del Colatore Pippia, a quote inferiori a 43 m, con tracce di non completo colmamento antropico della originaria depressione alla testata del solco scolante. Completamente edificata
10		Superficie inferiore del solco Cerca	Parte inferiore e più evidente del solco di raccolta delle acque ad est della città, con evidente aggradazione antropica delle quote campagna originarie
11	Unità antica del terrazzo di Cava Tigozzi		Area del lembo di pianalto tra Marasco e Cava Tigozzi, rilevato di 2 – 3 m ad est, 5 m ad ovest, e 10 – 12 m sul fondovalle del Morbasco. Sabbie fluviali prevalenti con vetusuolo profondo, rossastro e decalcificato
12	Unità della valle del Morbasco	Superfici del fondovalle torrentizio	Fascia subpianeggiante, in buona parte rimaneggiata del fondovalle, con terreni sabbioso – limosi
13		Superfici terrazzate interne alla Valle del Morbasco	Terreni prevalentemente sabbiosi o sabbioso ghiaiosi, su superfici piane 2 – 3 m più basse del livello della pianura, con suoli franco – grossolani ben drenati, interessati da antica attività di cava
14		Superfici secondarie di raccordo al fondovalle, in gran parte urbanizzate	
15	Unità accessorie di margine	Raccordi, versanti e scarpate del margine terrazzato	Superfici da subverticali, soprattutto ad ovest ed est della città, a poco pendenti e ampie, come a sud – ovest del nucleo storico, per dislivelli variabili tra 10 e 2 m, da ovest ad est, con pendenze fino al 60%
16		Altre superfici intermedie al margine terrazzato	Superficie a modesta pendenza al margine sud – occidentale della città "alta", eventualmente collegabile al richiamo dovuto ad un tracciato molto settentrionale del Po

17				Margine poco pendente della "città alta" sul suo lato sud - ovest
18			Lembi distrutti di terrazzo; aree cavate	Aree di arretramento del margine terrazzato della pianura per attività di cava e/o altre modifiche antropiche profonde, su substrati misti
19			Terrazzo artificiale area Arvedi	Superficie morfologica artificiale di oltre 5 ha, ad ampliamento del terrazzo naturale della pianura, con insediamenti produttivi
20	Valle del Po	Unità sabbiosa della valle interna, con frequenti intercalazioni e/o coperture limo argillose		Aree del fondovalle retrostanti l'argine maestro e ordinariamente non inondabili, completamente artificializzata nella sua metà centro orientale. Materiali geologici prevalentemente costituiti da sabbie calcaree e limi sabbiosi e suoli a granulometrie limose e drenaggio mediocre/buono
21		Unità sabbioso limosa dei paleomeandri		Aree piane, sabbioso - limose, disposte lungo i percorsi dei paleomeandri del Reale e del Fossadone, in condizioni di bassa soggiacenza idrica e drenaggio difficoltoso
22			Superfici umide del margine interno S. Rocco - Bagnara	Aree al piede della scarpata pianura - valle, a substrati sabbioso - limosi, con falda idrica in genere a meno di 3 m dal piano campagna
23		Unità sabbiosa della golena aperta attuale		Aree interne all'argine maestro, in gran parte coincidente con la Fascia A PAI. Materiali geologici recenti e attuali sabbiosi o sabbioso - limosi, con suoli primitivi di granulometria e drenaggio fortemente variabili
24		Superficie non coltivata di attività fluviale recente (anni 60)		Aree inondabili con lanche di recente abbandono, sabbiose, con vegetazione naturale e di recente impianto artificiale

## Capitolo 2

### Idrografia e rischio idraulico

#### Premessa

Il capitolo seguente, relativo alle acque superficiali e sotterranee di Cremona è, tra quelli di analisi, il più aggiornato, anche nella versione previgente, dell'intero studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT. L'ultimo aggiornamento risale al 2018, dopo numerose precedenti modifiche di testi, cartografia e normativa, seguite a più riprese allo studio comunale del 2012, e riguardanti quasi sempre i temi del rischio idraulico e delle sue valutazione e contrasto.

Si tratta di temi molto ampi e impegnativi per il territorio di Cremona e la pianificazione locale, che è difficile modificare con integrazioni puntuali, trattandosi di questioni collegate l'una all'altra e con continui interventi di adeguamento infrastrutturale finalizzati alla riduzione dei fenomeni alluvionali.

Per la sezione relativa alla idrografia sono state aggiornate le tabelle, i dati e le mappe relativi ai corsi d'acqua di competenza dei diversi enti, a partire dal Comune di Cremona. In particolare sono registrati i trasferimenti delle competenze su vari corpi idrici, dal RIM comunale al reticolo consortile RIB.

E' stato eliminato il preesistente piccolo paragrafo dedicato alla qualità delle acque dei corpi idrici minori. I dati disponibili sono pochi e piuttosto datati e la materia non può essere inserita nello studio geologico, ammesso che abbia senso e utilità farlo, senza uno specifico e maggiore approfondimento.

## 2.1 Reticoli idrici

Il territorio di Cremona, già al confine di due Comprensori e due Consorzi storici di irrigazione e bonifica, il Consorzio di Bonifica Naviglio Vacchelli, a ovest, e il Consorzio di Bonifica Dugali a est, dopo il riordino del sistema territoriale regionale della bonifica e irrigazione del 2012, è ora compreso in un unico Comprensorio “Adda-Oglio” a cui corrisponde il Consorzio di Bonifica Dugali – Naviglio – Adda - Serio, abbreviato in DUNAS.

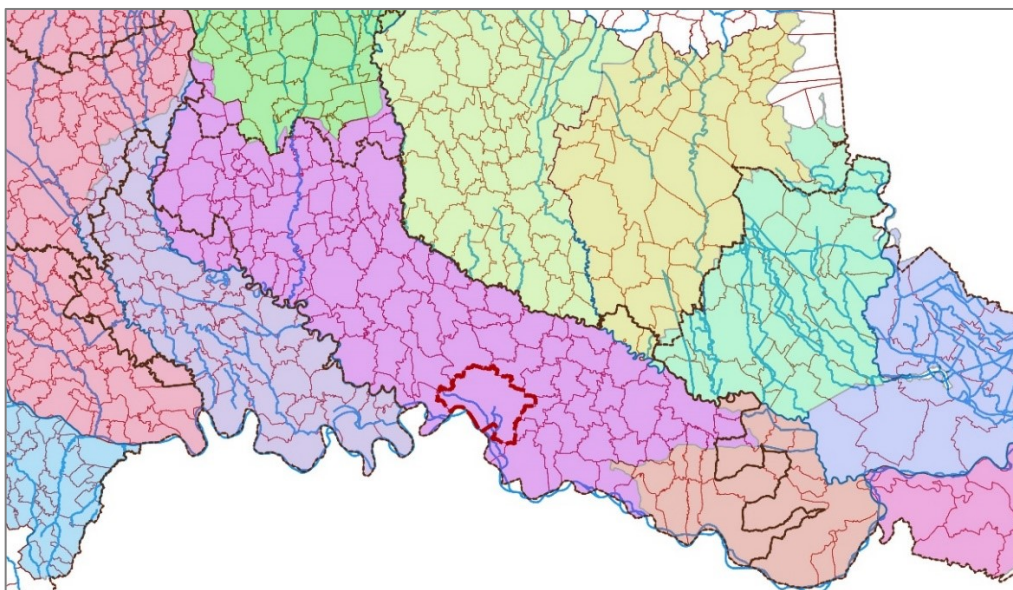


Fig. 2.1

I Comprensori di Bonifica in Lombardia

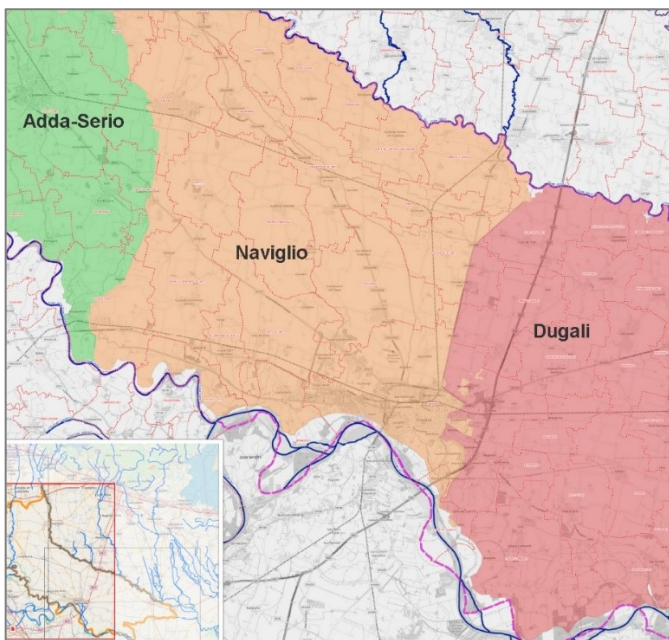


Fig.2.2

I Distretti irrigui del DUNAS)

Le aree dell'ex Consorzio Vacchelli, sono in gran parte identificabili con l'attuale Distretto "Naviglio", mentre quelle dell'ex Dugali occupano di fatto il Distretto omonimo. Il territorio di Cremona si trova al limite tra le due aree che hanno diversi comportamenti idraulici.

L'informazione è ricavata dalla cartografia allegata al vigente "Piano comprensoriale di bonifica, di irrigazione e di tutela del territorio rurale" del Consorzio DUNAS (luglio 2020).

Nel Distretto Naviglio si derivano le acque dall'Oglio, tramite il Naviglio Civico della Città di Cremona, la Roggia Calciana e il Naviglio Grande Pallavicino. Inoltre, con il Canale Vacchelli, viene derivata acqua dall'Adda e trasferita ad est del Serio.

In questo Distretto le acque presentano scolo naturale verso S e SE, mentre nell'area del Distretto Dugali, lo scolo è in parte meccanico, ma stagionale (scolo meccanico alternato), in particolare ad est e sud – est di Cremona (impianto idrovoro Dosolo – Pozzolo) e nella zona di Piadena (impianto di San Paolo Ripa d'Oglio).

Le infrastrutture idriche principali dell'area est, dell'ex Dugali, sono rappresentate dal Canale Principale di Foce Morbasco, che preleva acqua dal Po con l'impianto di Foce Morbasco, in Comune di Gerre de' Caprioli, completato negli anni '60, e la trasferisce nella bassa pianura fino allo scarico in Oglio, e dal Colatore Tagliata, che raccoglie le acque provenienti da nord e, ad est di Cremona a partire da Malagnino. Esso funge da spartiacque Po – Oglio, scaricando in Oglio a pelo libero a Bozzolo, a nord di Mantova.

Per la gestione irrigua, in queste aree, ma in tutta la pianura cremonese con scolo sull'Oglio, operano altri enti irrigui, tra i quali il più importante è certamente il Consorzio Irrigazioni Cremonesi.

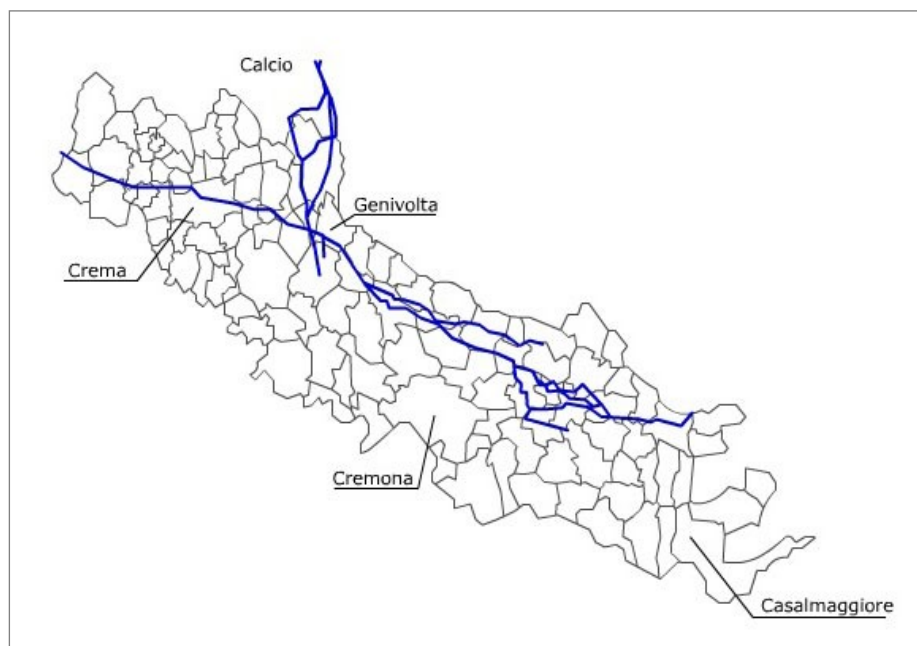


Fig. 2.3

Canali utilizzati dal  
Consorzio Irrigazioni  
Cremonesi

Nelle successive figure 1.4 e 1.5, riprese dall'Atlante della Bonifica e dell'Irrigazione (2003), che riporta ancora la precedente ripartizione dei comprensori Naviglio Vacchelli e Dugali, sono indicati, invece, gli impianti di sollevamento, tra cui il citato impianto di Foce Morbasco. Sono anche rappresentate le provenienze delle acque irrigue e delle relative colature. Per la gran parte della pianura si tratta di acque miste Oglio – Adda, con la porzione irrigata dal Po a sud – est di Cremona. L'insieme dei corpi idrici, delle dimensioni e importanza più diverse, naturali e artificiali, costituisce il reticolo idrografico comunale, la cui individuazione e definizione tipologica e cartografica rispondono a criteri di riconoscibilità ragionevoli e rispondenti alle indicazioni della normativa regionale.

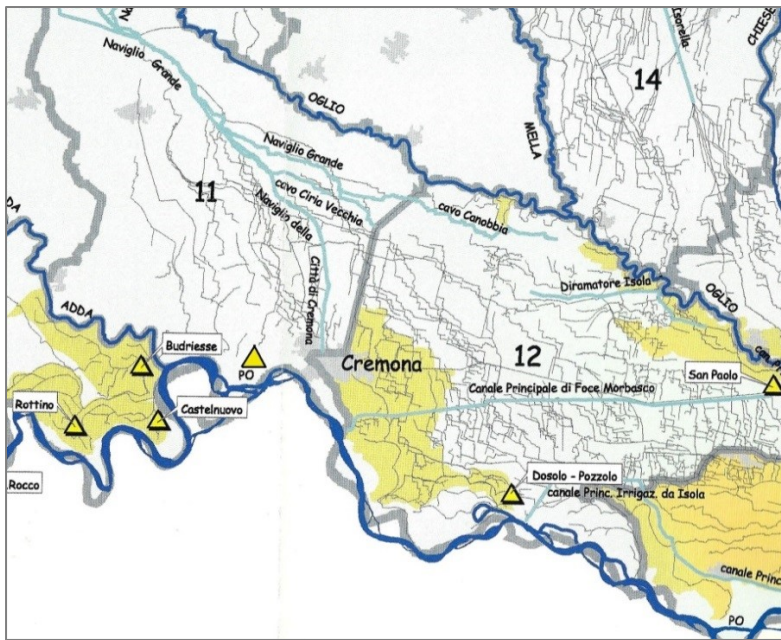


Fig. 2.4

*Tipo di scolo delle acque e impianti idrovoro nelle aree dei Comprensori di Bonifica (Atlante Bonifica e Irrigazione 2003 – Regione Lombardia – URBIM). Con “11” l’area dell’ex Comprensorio Vacchelli; con “12” il l’ex Comprensorio Dugali, oggi “Dugali Naviglio Adda Serio (DUNAS)”*

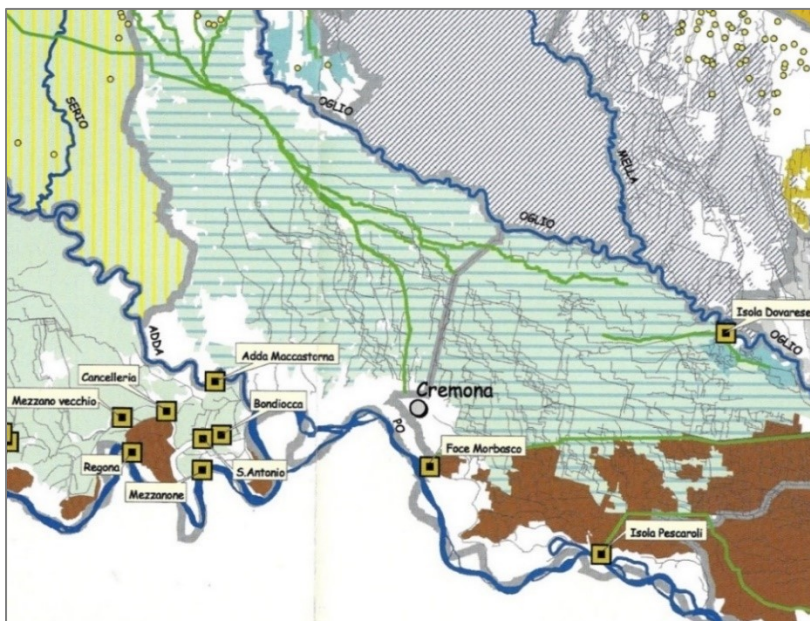
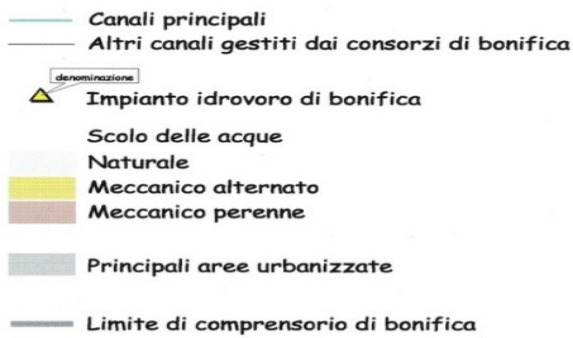


Fig. 2.5 Impianti di sollevamento e provenienza delle acque superficiali (Atlante Bonifica e Irrigazione 2003)

Una informazione integrativa e concordante con le precedenti è ricavabile dalla mappa dei corpi idrici e loro funzioni, ricavata dagli allegati cartografici del citato Piano di Bonifica consortile

(Tav.2B). Essa rappresenta, nell'area cremonese, la rete dei corpi idrici artificiali, divisi per funzione: irrigui, di bonifica, promiscui. Mentre nel Distretto Naviglio prevalgono le funzioni promiscue, ad est della soglia idraulica rappresentata dal Cavo Robecco, si incrementano notevolmente le funzioni di bonifica, separate da quelle strettamente irrigue, a causa delle difficoltà di sgrondo dei terreni.

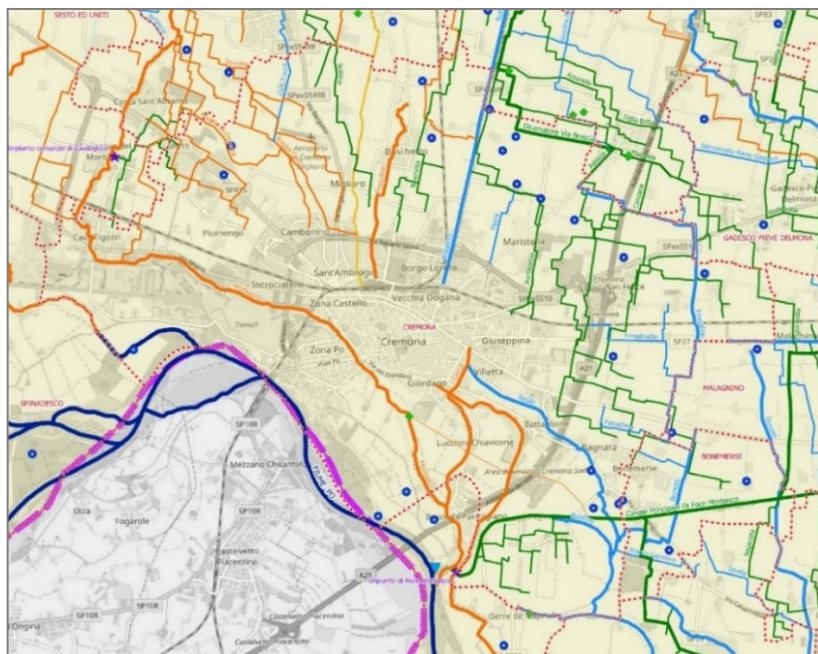


Fig. 2.6

Reti idriche del DUNAS per funzione



Tutti i corpi idrici o anche solo tutti i sedimenti dove acqua o eventualmente reflui possono scorrere, possono essere oggetto di rilevazione e archiviazione, soprattutto quando questo reticolo risponda a funzioni specifiche, oppure assuma significati sociali, ecologici, culturali, storici, o di altro tipo, rilevanti per la comunità locale.

Tuttavia, le normative di settore, hanno fissato alcuni criteri per la individuazione e il disegno dei tracciati del reticolo idrografico, affinché esso comprenda tutti gli elementi più significativi dell'idrografia, con la possibile esclusione di tipologie secondarie.

Come è noto, questi criteri sono stati individuati inizialmente con la Dgr. 47310/1999, di avvio dell'applicazione della delega alle Regioni del demanio Idrico, avvenuta con la L.112/1998. Successivamente con la Lr. 1/2000, si è stabilito di delegare ulteriormente la materia del controllo (la polizia idraulica) dei corsi d'acqua ai comuni, limitatamente però al Reticolo Idrico Minore (per comodità RIM), definito per differenza tra il Reticolo complessivo e il Reticolo Principale. Quest'ultimo rimane di competenza regionale e, per successiva delega, alla gestione operativa di AIPO. Dopo una lunga serie di delibere regionali attuative ed esplicative, si è arrivati all'attuale d.g.r. XI/5714 del 15/12/2021 che sostituisce e aggiorna tutte le norme precedenti, ridefinendo gli elenchi dei corsi d'acqua da attribuire al Reticolo Principale, di quelli in gestione ad AIPO, e di quelli, tra il Reticolo Minore, che sono di competenza dei Consorzi di Bonifica e Irrigazione (Reticolo di Bonifica – RIB). I rimanenti appartengono al Reticolo Minore di Competenza Comunale (RIM).

Nel presente lavoro, il reticolo individuato in Tav. 2 (Allegati – Cartografia di analisi), deriva dalla utilizzazione e comparazione di più documenti, ma riproduce, di fatto, quanto predisposto nel 2018 per la redazione dello Studio del Reticolo Idrico Minore di Cremona e la stesura del Documento di

Polizia Idraulica, in ottemperanza di quanto richiesto dalla disposizione regionale al momento vigente, la d.g.r. X/7581/2017.

La carta riprende dunque, senza modifiche di attribuzione o di percorso, i dati dello studio del RIM, con le ripartizioni utilizzate per assegnare i corpi idrici e/o i loro tratti al Reticolo Principale regionale, al Reticolo Minore di competenza comunale, e a quello del Consorzio DUNAS. Inoltre, il tracciato del Naviglio Civico di Cremona, a nord del centro abitato, che risulta di competenza dell'omonimo consorzio.

Per quanto riguarda la definizione delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua, destinate all'applicazione delle norme di polizia idraulica da parte dei soggetti competenti, vengono riproposti i vincoli previsti dal RD 503/1904, cioè i 10 m di fascia di rispetto su entrambi i lati del corso d'acqua, anche nel caso di tratti tombinati, come richiamato dalla normativa regionale più recente e dalla l.r.4/2016 (*"Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua"*)

La fascia è ridotta a 5 m nelle aree edificate. Questo tipo di salvaguardia minima (5 m) è adottato, ai sensi del Regolamento Regionale 3/2010, anche sui corpi idrici dei consorzi di bonifica.

Tutti i corpi idrici non attribuiti alle categorie sopracitate sono da assegnare a consorzi privati, nel caso dei corsi d'acqua più significativi, o a singoli proprietari; oppure rappresentano i corsi d'acqua secondari, come adacquatori finali, fossi drenanti e fossi più modesti, di diversa funzione e proprietà privata.

Di seguito vengono descritti i reticoli idrici di varia competenza, come aggiornati dagli ultimi elenchi pubblicati dalla Regione Lombardia. Viene qui riproposto il testo del capitolo 4 della Relazione Tecnica del Documento di Polizia Idraulica.

### Il Reticolo principale (RIP)

Già con la d.g.r. X/7581/2017, ed ora con la 5714/2021, la Regione Lombardia ha aggiornato, nell'Allegato A, l'elenco dei corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale (RIP). Rispetto all'elenco previgente (d.g.r. X/4229/2015), le parti del Cavo Cerca, del Colatore o Torrente Morbasco e del Colo Morta già inserite nel RIP sono state trasferite alla rete consortile del Consorzio Dugali-Naviglio-Adda-Serio (DUNAS). Pertanto rimane nel RIP il solo corso del Po, presso il confine sud-ovest del territorio comunale. Questo stesso corso d'acqua è assegnato alla competenza idraulica di AIPO relativamente alle funzioni di polizia idraulica specificate nella premessa al citato All. B, salvo il rilascio delle concessioni demaniali che rimane in capo alla Regione.

#### All. A (RIP)

Num. Progr.	Denominazione	Comuni attraversati	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Elenco AA.PP.
CR001	Fiume Po	CASALMAGGIORE, CREMONA, CROTTA D'ADDA, GERRE DE'CAPRIOLI, GUSSOLA, MARTIGNANA DI PO, MOTTA BALUFFI, PIEVE D'OLMI, SAN DANIELE PO, SPINADESCO, STAGNO LOMBARDO, TORRICELLA DEL PIZZO	M. Adriatico	Tutto il corso	1

#### All. B (AIPO)

Tab.1

Denominazione	Tratto di competenza	Reticolo di appartenenza
Fiume Po	dal ponte nella frazione Calcinere Inferiore in Comune di Paesana - CN, alla foce nel mare Adriatico	ALLEGATO A - CR001, LO001, MN001, PV001,



Fig. 2.7 Reticolo Idrico Principale di competenza AIPO, dal 2018 (Fiume Po – 6/2021)

### Il Reticolo consortile (RIB)

Per la definizione del Reticolo Idrico Minore di competenza del Consorzio di Bonifica Dugali-Naviglio-Adda-Serio (RIB Consorzio DUNAS) si è fatto riferimento alla documentazione fornita dal Consorzio, su specifica richiesta ed ora disponibile nella documentazione, anche digitale, di corredo al Piano di Bonifica – DUNAS 2020). I dati forniti nel 2017 e quelli provenienti dal Piano di Bonifica sono congruenti e contenenti tutti i dati richiesti e già in esso trasferiti dalla Regione Lombardia (esempio sottostante).

DATA_AGGIO	CODICE_CAN	NOME_CANAL	LUNGHEZZA	TIPO	FUNZIONE	ELENCO_AP	ALLEGATO_D	DISTRETTO	BACINO	id	area_m2
08/06/2007	352	FOSSO DI STAGNO	1666	terziario	bonifica		si	Dugali	Interni Po	1	
08/06/2007	347	MACINATORE	4312	secondario	bonifica		si	Dugali	Acque Alte	1	
08/06/2007	236	DELMONCELLO RAMO BASSO	2219	secondario	irrigua		si	Dugali		1	
08/06/2007	450	SIFONE SECONDARIO DI STAGNO	16	secondario	irrigua		si	Dugali		1	
08/06/2007	223	AZZANELLA	3610	secondario	irrigua		si	Dugali		1	
08/06/2007	133	S.ANTONIA	1696	secondario	bonifica		si	Dugali	Tagliata	1	
11/11/2008	704	AMBROSINA	8868	secondario	irrigua		si	Dugali		1	
08/06/2007	354	GAMBINA DI PIEVE D'OLMI	1357	secondario	bonifica		si	Dugali	Interni Po	1	
08/06/2007	341	ANSEMI	2747	secondario	bonifica		si	Dugali	Acque Alte	1	
09/08/2010	206	ACQUE DEPURATE CR	3765	terziario	promiscua		si	Dugali		1	
08/06/2007	471	CITTADELLA	316	secondario	irrigua		si	Dugali		1	
08/06/2007	012PROVV4	PRESA FOCE MORBASCO	346				-	Dugali		1	
09/08/2010	453	MORTA	269	secondario	irrigua		si	Dugali		1	
08/06/2007	337	PIPPIA	1453	secondario	bonifica		si	Dugali	Interni Po	1	
08/06/2007	235	DELMONCELLO RAMO ALTO	5183	secondario	irrigua		si	Dugali		1	
08/06/2007		RACCORDO PRESA FOCE	88				-	Dugali		1	
08/06/2007	351	SILVELLA	3055	secondario	bonifica		si	Dugali	Interni Po	1	
08/06/2007	202	BISSOLINA RAMO MACCHETTO	2980	secondario	irrigua		si	Dugali		1	
08/06/2007	321	SCARICO GAMBARA	1934	secondario	bonifica		si	Dugali	Interni Po	1	
08/06/2007	102	CASTELLO	1000	terziario	bonifica		si	Dugali	Aspice	1	
08/06/2007	331	REALINO	1427	primario	bonifica	CR principale n 20	si	Dugali	Interni Po	1	
08/06/2007	456	PRESA GRASSELLI	19	terziario	irrigua		si	Dugali		1	
08/06/2007	459	PRESA GAMBINO	13	terziario	irrigua		si	Dugali		1	
08/06/2007	335	DELMONCELLO RAMO GADESCO	7067	secondario	bonifica		si	Dugali	Tagliata	1	
11/11/2008	777	GONZAGA RAMO VESCOVATO	10137	secondario	irrigua		si	Dugali		1	
08/06/2007	398	ARIOLO	1938	primario	bonifica		si	Dugali	Esterni Po	1	
08/06/2007	334	PO MORTO (GERRE DE' CAPRIOLI)	1477	primario	bonifica	CR principale n 20	si	Dugali	Interni Po	1	

Tab.2.1 Stralcio tabella dei corpi idrici di competenza DUNAS

Per la redazione dello studio del RIM, il reticolo rappresentato è stato controllato sulla base delle informazioni integrative disponibili nel DBT comunale (es. incroci con sottopassi e sovrappassi/ponti canale) e soprattutto sulla base delle immagini satellitari e fotografiche più recenti e più dettagliate tra quelle disponibili (immagini GoogleEarth luglio 2017). Nei casi di incertezza, si sono consultati i tecnici del Consorzio di Bonifica.

I tracciati idrici del reticolo consortile (in viola nella figura sottostante), in quanto derivati dalla Banca dati regionale SIBITER, fonte primaria per la formazione del Reticolo Unificato RIRU, presentano andamenti imprecisi rispetto al DBTopografico più recente e rispetto alla realtà, qui rappresentata dalle immagini satellitari. Per questo, nell'ambito dello Studio del RIM (2017), sono sempre stati corretti in misura variabile e non costante nelle diverse parti del territorio. In altri casi, sulla base dello stato attuale dei luoghi, sono invece state operate correzioni più significative ai percorsi idrici, testimoni di interventi di modifica del reticolo per ragioni di efficienza idraulica o per interventi di trasformazione urbanistica e/o infrastrutturale.

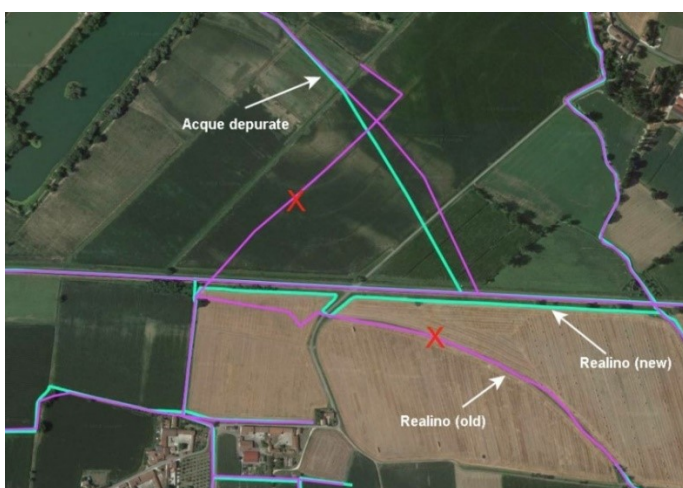


Fig. 2.8

Modifiche recenti della rete idrica consortile nell'area del Realino-Fossadone

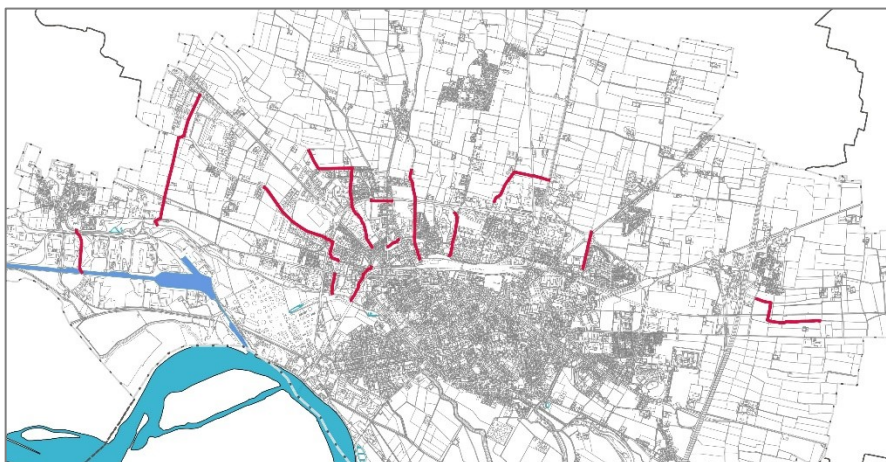


Fig. 2.9

Modifiche ai percorsi dei canali consortili per adeguamento alle trasformazioni del territorio (nuova infrastruttura stradale)

Oltre ai corsi d'acqua, in precedenza appartenenti al Reticolo Principale, Scolo Morta, Cavo Cerca e Torrente Morbasco, quest'ultimo per tutto il suo corso nel territorio di Cremona, fanno parte del RIB anche altri corpi idrici. Con la citata dgr 4037/2020 altri corsi d'acqua, o parte di essi, escludendo i tratti in sotterraneo, sono stati infatti trasferiti dal reticolo di competenza comunale al reticolo

consortile i tratti di corpi idrici dell'elenco nelle seguenti tabella e figura, per un totale di 11,6 km circa.



Nome corso d'acqua
Colatore Baraccona
Colatore Bonisolo
Colatore di via Bragadini
Colatore Pippia
Colatore Rodanino
Colatore Rodano di Cremona
Fosso di San Felice
Fosso di San Quirico
Fosso di via Boschetto
Fosso di via Bredina
Naviglio Città di Cremona
Roggia di via Sesto
Scaricatore Morbasco

Fig.2.10 Corpi idrici trasferiti dal RIM al RIB

Attualmente il RIB è dunque rappresentato da ben 62 corsi d'acqua o tratti identificati da un nome e da un codice, in ragione delle regole di attribuzione richieste a fini della informatizzazione regionale. Lo sviluppo lineare, complessivo dei canali, ritagliato, anche forzatamente, sul solo perimetro del comune di Cremona, è pari a 157,5 km circa, dei quali l'86% scorre a cielo aperto e il rimanente in sotterraneo, anche con brevi tratti di sottopasso.

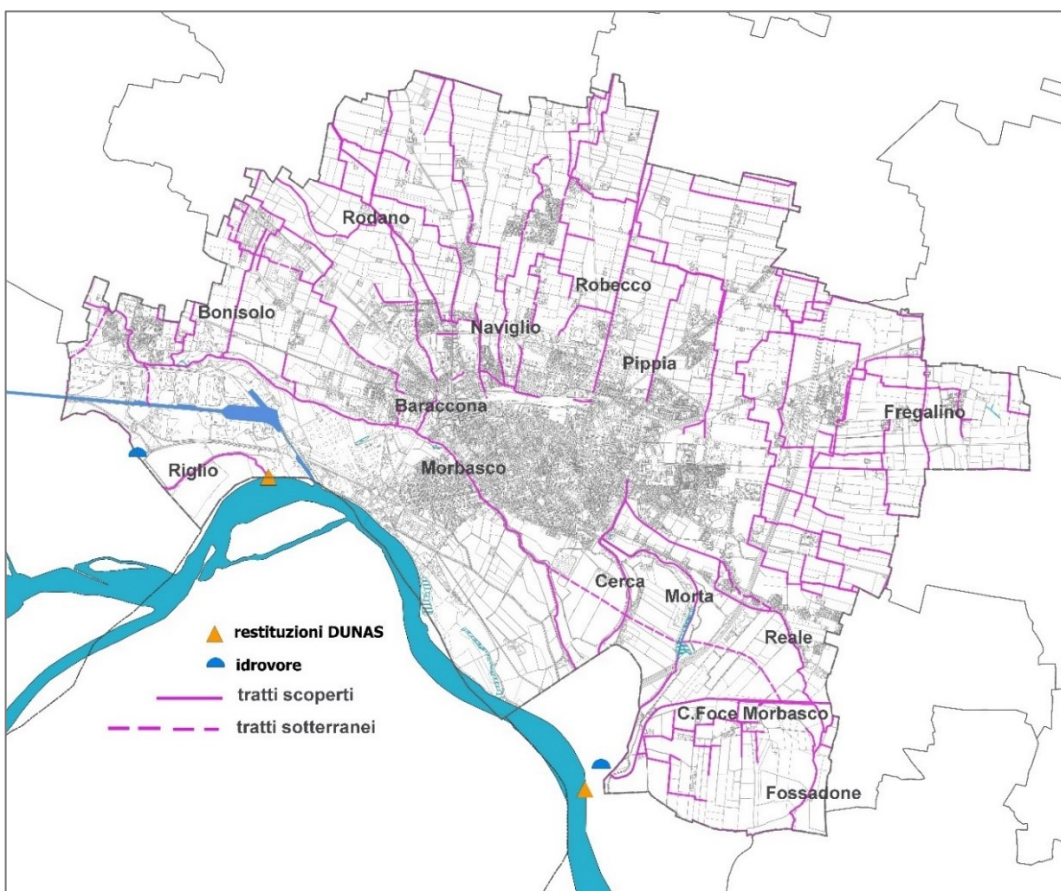


Fig. 2.11 Reticolo di bonifica (RIB). In tratteggio i canali in sotterraneo

In media i corpi idrici hanno uno sviluppo di 2,5 km, passando da un minimo di 0,2 ad un massimo di oltre 11 (R. Palosca). Gli elementi lineari sono divisi in circa 1000 tratti, dotati di almeno una caratteristica diversa rispetto a quelli adiacenti, sulla base dei caratteri di cui è richiesta la attribuzione in base ai criteri di digitalizzazione richiesti dalla Regione Lombardia.

tipo	nome	bacino	sott	sup
canale	ACQUE DEPURATE	MORBASCO	3734	
colatore	BARACCONA	MORBASCO	85	683
roggia	BISSOLINA (ASTA PRINCIPALE)	BISSOLINA (MACCHETTO E S. SAVINO)	198	2315
roggia	BISSOLINA RAMO MACCHETTO		318	2567
colatore	BISSOLINA RAMO PERSICO	DIRAMATORE VIA BRESCIA	5	409
roggia	BISSOLINA RAMO SAN SAVINO		443	2030
colatore	BONETTI	REALE		388
scolmatore	BONISOLO	MORBASCO	333	1578
colatore	BOSCHETTA		1002	4773
roggia	CANZIANA	FREGALINETTO	353	3465
roggia	CAVO	NAVIGLIO DELLA CITTA DI CREMONA	437	2843
cavo	CERCA	MORBASCO		3903
roggia	CREMONELLA	NAVIGLIO DELLA CITTA DI CREMONA	22	616
roggia	DIRAMATORE VIA BRESCIA		10	1575
colatore	FOSSADONE (STAGNO)	PO	4	1256
colatore	FREGALINETTO	FREGALINO	111	3264
colatore	FREGALINO	PALOSCHINO	93	4464
colatore	FREGALINO DEL BOSCHETTO	CERCA	511	3066
scaricatore	GAMBARA	REALE		173
roggia	GERRE BORGHI	PRINCIPALE FOCE MORBASCO	245	4492
roggia	GERRE BORGHI 2		100	1726
fosso	LAGO MARCHESA	MALCORRENTE GABBANINA	1121	1017
roggia	MAINOLDA		40	2160
scaricatore	MALAZZINA	RIGLIO	1032	28
roggia	MALCORRENTE GABBANINA	RODANO DI CREMONA	1101	4091
roggia	MARCHESA O SOLL. CAVATIGOZZI		251	553
colatore	MORBASCO	PO	60	9285
scolmatore	MORBASCO CANALE	CANALE NAVIGABILE	594	
scolo	MORTA	PO		4565
naviglio	NAVIGLIO DELLA CITTA' DI CREMONA	CERCA	56	1214
roggia	PALOSCA		660	10929
colatore	PALOSCHINO	BONETTI	20	1319
roggia	PARACACCIA		398	4923
roggia	PARACACCIA BOSCHETTO	ROBECCO	378	2460
roggia	PARRACACCIA RAMO SUSSIDIARIO	PARRACACCIA	85	1960
roggia	PASQUALA	MORBASCO	5	471
colatore	PIPPIA	CERCA	960	1743
colatore	PO MORTO (GERRE DE' CAPRIOLI)	FOSSADONE		605
canale	PRINCIPALE DI FOCE MORBASCO	MORBASCO		3644
colo	REALE	FOSSADONE	1084	5151
colo	REALINO	REALE		1531
colatore	RIGLIO	PO		2402
cavo	ROBECCO	CERCA	13	3999
colatore	RODANINO	BARACCONA	42	869
colatore	RODANO DI CREMONA	MORBASCO	470	3735
fosso	SAN FELICE	FREGALINETTO	15	1134
roggia	SCALONA	FREGALINO	529	4290
roggia	SOLLEVAMENTO CAVATIGOZZI	MALCORRENTE GABBANINA	206	816
roggia	SORESINA R. ALTO (MAGGI, FRISONA)		17	2400
roggia	SORESINA RAMO BASSO	ROGGIA CAVO	43	3887
colatore	TAGLIATA		826	826
roggia	TIGLIA BOTTA	PRINCIPALE FOCE MORBASCO	10	892
roggia	TIGLIA BOTTA	PRINCIPALE FOCE MORBASCO	892	
colo	TRECCA	CAVO	19	1557
colo	TRECCA	CAVO	1557	1557
fosso	VIA BOSCHETTO	CERCA	163	437
fosso	VIA BOSCHETTO	CERCA	437	437
colatore	VIA BRAGADIINI	RODANO DI CREMONA	151	575
fosso	VIA BREDINA	VIA SANT'AMBROGIO	53	222
colatore	VIA PICENENGO	MORBASCO	209	492
fosso	VIA SAN QUIRICO	ROBECCO	66	902
roggia	VIA SESTO	RODANO	908	306
		tot.	157445	22475
		%	14,3	85,7

Tab. 2.2 Elenco dei corsi d'acqua di competenza consortile (RIB)



Fig. 2.12

Rete dei canali e dei fossi  
nella zona di S. Felice

### Il Reticolo idrico minore comunale

Il reticolo idrico di competenza comunale comprende, dopo i recenti trasferimenti di competenze, un numero più limitato di corpi idrici, 12 in tutto, attualmente, identificati da altrettanti codici RIM e suddivisi in soli 42 tratti omogenei identificati nella banca dati regionale. Appartengono al demanio idrico comunale più tipologie di corpi idrici, canali e colli, anche storici, a servizio della città edificata, canali con funzioni miste di drenaggio e salvaguardia idraulica, ecc.. Tra i primi sono da comprendere la Cremonella e la Fossa Civica. I principali canali di gronda e di colo della città, sistema Morta-Cerca e Reale, già attribuiti al RIP, sono ora di competenza consortile. Tra i corpi idrici con funzioni di drenaggio e salvaguardia idraulica non sono più compresi, perché passati a DUNAS, gli scolmatori Bonisolo (acque delle aree industriali di San Pedrengo trasferite al Morbasco) ed altri cavi/colatori (via Sesto), ma non il cavo di via Sant’Ambrogio). Rientra in questa categoria anche il By-pass del Reale per l’aggiramento dell’abitato di Battaglione, anch’esso però passato alla competenza consortile.

I corpi idrici del RIM di competenza comunale sono dunque limitati all’area centrale urbana e sono passati alla competenza consortile anche tutti i canali con funzione di scolmatori a servizio di aree urbanizzate, dotati peraltro di apporti di acque miste o con funzioni di salvaguardia idraulica ( Scolmatore Morbasco-Canale Navigabile, destinato al trasferimento al reticolo AIPO, Bonisolo e via Sesto, nella zona ad ovest della città; via Bredina e San Felice nella zona nord e nord-est, o il fosso di via Boschetto lungo l’omonima via).

La tabella sottostante (si veda l’Appendice B) riassume i dati identificativi dei corpi idrici del RIM che, complessivamente presentano uno sviluppo lineare di meno di 12 km. Quasi tutti i corsi d’acqua censiti sono stati inseriti ex-novo nella banca dati regionale (campo “mod” carattere 3).

tipo	nome	bacino	sott	sup
naviglio	NAVIGLIO CIVICO	CERCA		88
cavo	CERCA	MORBASCO	1849	7
scaricatore	CERCA-CREMONELLA	CREMONELLA	18	
colatore	CREMONELLA	MORTA	3559	570
fossa	FOSSA CIVICA	MORTA	2839	
fossa	MARCHIONIS	CREMONELLA	56	31
torrente	MORTA	PO	253	21
dugale	ROBECCO	CERCA	125	11
colatore	BARACCONA	MORBASCO	470	117
colatore	RODANO DI CREMONA	MORBASCO	562	222
colatore	RODANINO	BARACCONA	121	
cavo	VIA SANT'AMBROGIO	BARACCONA	549	193
		m 11661	10401	1260
		%	89,2	10,8

Tab. 2.3

Dati identificativi dei corpi idrici del RIM comunale

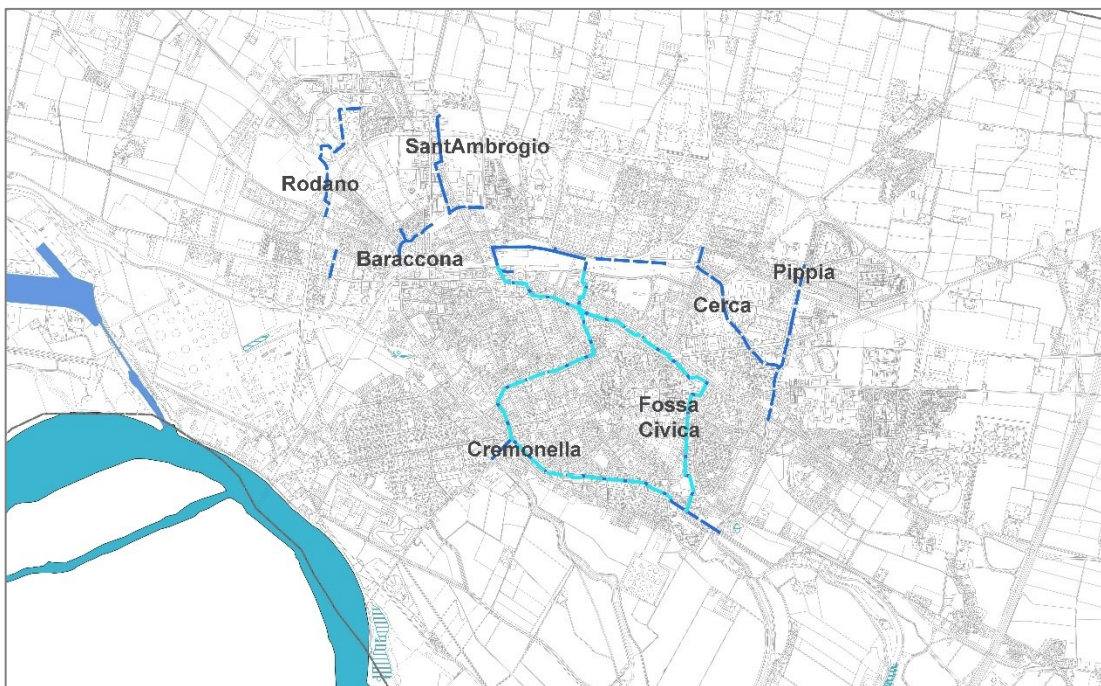


Fig. 2.13

RIM  
Comune  
Cremona

La maggior parte (oltre l'80%) dei corsi d'acqua scorre in sotterraneo, e di questi il 53%, circa 8,5 km, è rappresentato dai tracciati antichi dello "scaricatore" Cremonella e della Fossa Civica. Il primo è un corso d'acqua "multifunzione" (approvvigionamento, difesa, scarico..) molto antico, poi derivato dal Naviglio Civico e attraversamento da nord a sud della città. Naviglio e Cremonella alimentavano poi la Fossa Civica, cioè il fosso difensivo all'esterno della cinta muraria a difesa dei lati nord ed est della città. Le funzioni ambientali e idrauliche della Fossa Civica e della Cremonella, in particolare, sono ritenute particolarmente significative e richiedenti attenzioni manutentive e una gestione coordinata ad indirizzo pubblico. Per questo, il Regolamento di Polizia idraulica prevede che venga attivato uno speciale regime normativo dedicato alla gestione concordata pubblico-privato dei corpi idrici nel loro complesso e la definizione caso per caso del vincolo di fascia, qui definita "di attenzione". Per essi è dunque istituito un "RIM a regime speciale".

La figura precedente evidenzia i soli corpi idrici di competenza comunale, mentre la successiva mostra l'intera rete RIM, RIB e RIP (reticolo principale corrispondente al solo Fiume Po).



Fig. 2.14 Reticolo complessivo (RIM+RIB+RIP) con segnalazione del corso del Naviglio Civico

### Il Reticolo idrico idrico complessivo e il reticolo privato

Come accennato in precedenza, sono raccolti nel reticolo secondario i canali adacquatori finali e tutti i corpi idrici già inseriti nella carte tecnica comunale come "reticolo idrico secondario", presumibilmente definito anche dalla dimensione del sedime, come tracciato nella base dati. Sono inoltre compresi corpi idrici significativi, prevalentemente rappresentati da rogge irrigue, di proprietà e gestione di privati, singoli o in consorzio: ad esempio parte della Roggia Gambarà, la Roggia Canziana o la Martorella.

Nella categoria dei corpi secondari sono certamente comprese tipologie di corpi idrici molto diversi, rogge, canalette e fossi di drenaggio, adacquatori, ecc. che complessivamente risultano già rappresentati nella cartografia comunale. Il Data Base Topografico registra infatti, nell'insieme, ben 591 km di tracciati idrici di vario tipo e importanza.

Considerato che il reticolo consortile (RIB) si sviluppa per circa 152 km, quello comunale (RIM) per 12 km e quello principale (RIP), costituito dalla linea di mezzeria dell'alveo del Po compresa nei confini comunali, per 1,6 km circa, tutti gli altri reticoli valgono 445 km circa. In essi sono compresi anche elementi idrici particolarmente rilevanti, come il Canale Navigabile e circa 3 km di Naviglio Civico, di proprietà/gestione privata. La figura successiva evidenzia, in azzurro, l'insieme dei reticoli privati.

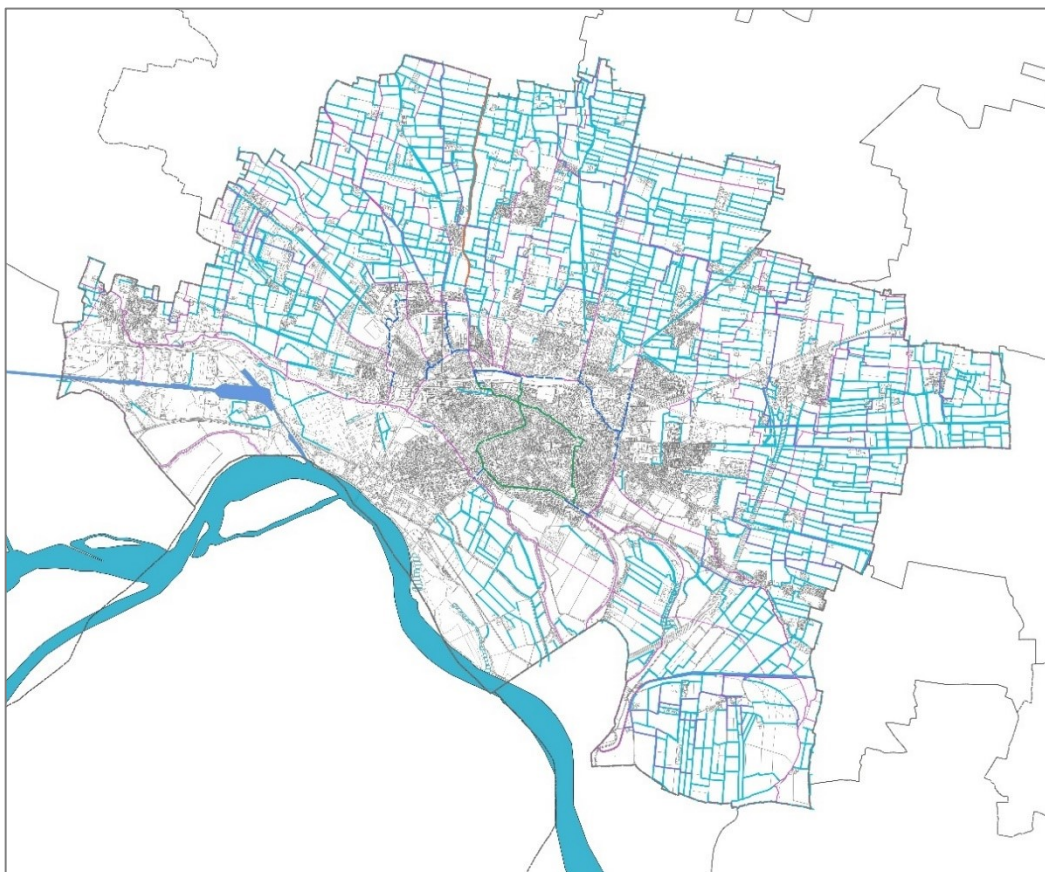


Fig. 2.15

La rete idrica  
privata e  
"secondaria"

## 2.2 Altre acque e aree umide

Oltre ai corsi d'acqua e all'insieme dei corpi idrici, anche secondari, descritti in precedenza, aree con acqua o piccole aree umide stabili sono presenti in varie zone del territorio, con comprensibile prevalenza per le aree comprese nella Valle del Po. Tutte le aree sono segnalate da varie fonti cartografiche e dalla carta tecnica comunale.

Si tratta di aree naturali o seminaturali conservatesi, in genere con rimaneggiamenti antropici successivi (lanche e aree allagate periodicamente, aree umide e paludi lungo corsi d'acqua, bodri,) e di aree a maggiore componente di artificialità, tra le quali è stata inserita anche l'intera struttura del Canale Navigabile, del Porto fluviale e del suo accesso. Sono compresi in questa categoria anche tutti gli specchi d'acqua chiaramente dovuti a scavo antropico, come le cave al margine dell'autostrada A21 (ex cave di prestito), ora laghetti di pesca, e tutti i laghetti inseriti in contesti costruiti o giardini o campi sportivi (es. area sportiva Po o campi golf di S. Pedrengo).

La superficie complessiva occupata sarebbe di circa 54 ha, 32 circa dei quali, però, riferiti alla sola superficie del Porto e Canale Navigabile.

È poi visibile nella successiva figura 2.18 relativa alle “altre acque” della zona ovest del territorio, il tracciato del canale scolmatore sotterraneo (tubazione a leggera pressione) che scarica parte delle acque di piena del Morbasco nel Canale Navigabile; canale peraltro censito nel RIM comunale. A questa opera, deve essere poi aggiunto un secondo canale di scarico tra Canale Navigabile e T.Riglio; impianto che entra in funzione per mantenere stabile il livello idrico del canale. Questo secondo corpo idrico, a cielo aperto, è però localizzato nel territorio del Comune di Spinadesco.

TIPO	NOME	FONTE	AREA M2
canale	S_Savino	provincia_dt	3006
altre acque	porto canale	dt	312827
palude stagno	morbasco cave	provincia	294
area idrica	morbasco	provincia	142
area idrica	morbasco	provincia	158
area idrica	morbasco	provincia	59
zona umida	morbasco - tamoil	provincia	5194
altre acque	laghetto	dt	108
altre acque	laghetto area sport	dt	693
altre acque	lanca Po	dt	44784
area espansione stagionale	lanche Po	provincia	15145
altre acque	lago cava	dt	72051
altre acque	bodrio vacchelli	dt	8314
altre acque	bodrio s.rocco	dt	1828
altre acque	laghetto	dt	590
altre acque	laghetto	dt	795
palude stagno	cna palosca	provincia - dt	1430
altre acque	laghetto	dt	757
canale	ANAFI	dt	5281
altre acque	laghetto golf	dt	3299
altre acque	laghetto golf	dt	616
altre acque	morbasco	dt	356
altre acque	lanca	provincia - dt	14571
altre acque	lago cava	dt	25443
altre acque	morbasco	dt	554
palude stagno	area bodrio vacchelli	provincia - dt	13881
altre acque	morbasco	dt	1156
paleo Riglio	umida residuale o estinta	dt	4077
			<b>537409</b>

Tab. 2.4 Zone umide e specchi d'acqua

La mappa semplificata della zona ovest, riporta anche le aree con acqua esistenti lungo il Morbasco. Si tratta sempre di aree di modeste dimensioni, definibili “zone umide” solo in pochi casi, trattandosi, negli altri, di aree idriche con eventuali aree verdi, seminaturali o di nuovo impianto.

Una prima area idrica e una umida di possibile espansione del torrente si trovano a nord del corso del torrente, subito ad est di Cava Tigozzi, collocate all'interno di una area verde spontanea corrispondente ad una zona di vecchia escavazione antropica e di margine torrentizio (Fig. 2.16).

Più a monte e più discosta dal corso del torrente, sempre in sponda destra è una altra area di ristagno, connessa con periodici allagamenti del torrente, come del resto capita a quasi tutti i terreni tra la via Eridano, il Morbasco e il perimetro murato dell'area Tamoil (Fig. 2.17). Tutte queste aree

corrispondono comunque a resti di aree umide preesistenti, formatesi in corrispondenza di paleopercorsi fluviali del Po.



Fig. 2.16

Aree umide e specchi d'acqua delle ex cave lungo il Morbasco ad est di Cava Tigozzi



Fig.2.17

Fascia frequentemente allagate presso il Morbasco e lungo il perimetro della Tamoil (GoogleEarth 6/2021)

Un'altra area idrica/umida si segnala in destra Morbasco dopo l'attraversamento della linea ferroviaria, in una area oggetto di parziale sistemazione ambientale da parte del Comune di Cremona. In questo caso si tratta anche di aree inserite nel corridoio ecologico 2 del Morbasco.

Nella porzione est dell'area di valle, sono presenti alcune tipologie particolari di aree idriche. Sono rappresentate da lanche e aree periodicamente allagate di recente formazione, presso la sponda del Po, da specchi d'acqua corrispondenti a bodri e da laghi di cava.

Delle due lanche esistenti presso la sponda del Po, a sud della città, quella di minori dimensioni e maggiore distanza dal fiume (Lanca del Bosconello) è stata oggetto di un recente intervento di ripristino idraulico che ne favorisce la conservazione e la riqualificazione ambientale, nonostante la interruzione del collegamento idrologico naturale col fiume, se non durante eventi alluvionali eccezionali

Quanto ai laghi di cava, i principali sono il risultato delle attività di scavo per l'approvvigionamento di materiali inerti (cave di prestito) effettuate negli anni '80 per la realizzazione dell'autostrada A21.

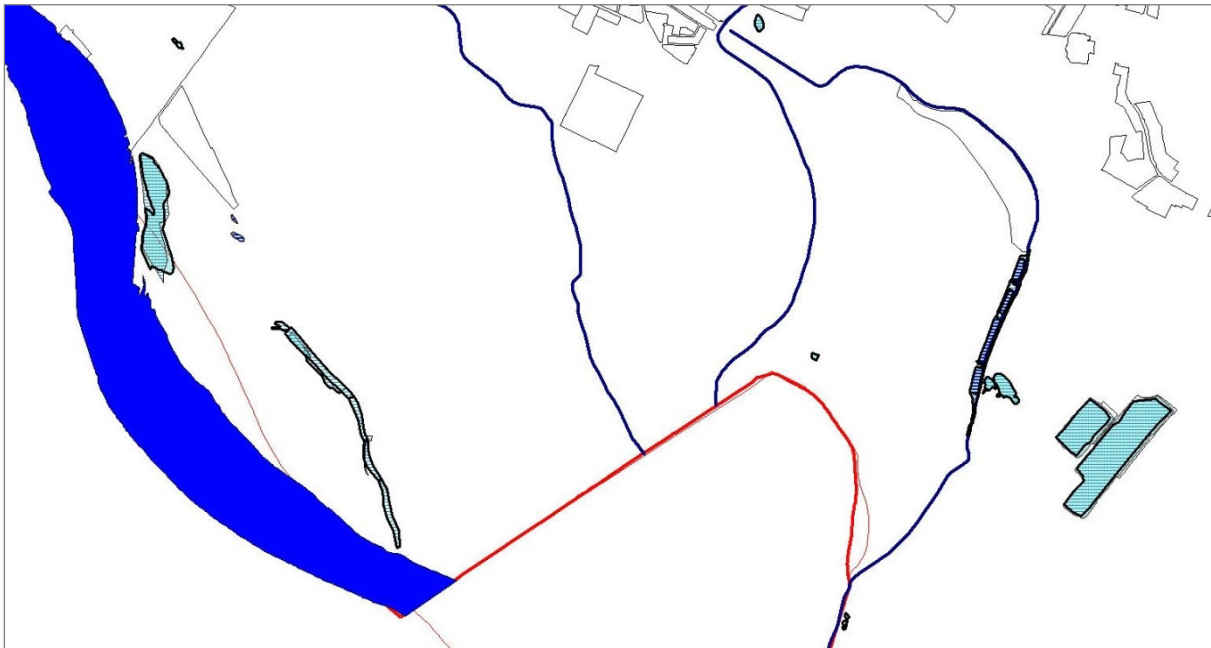


Fig. 2.18 Aree idriche nella parte est della Valle Po



Fig. 2.19

Laghi di cava, ora pesca sportiva, e laghetti e aree umide a sud della discarica di S. Rocco, con il Bodrio Vacchelli (da GoogleEarth 6/2021)

Ad ovest della autostrada è presente la sequenza di aree umide di forma geometrica, per intervento di scavo antropico, lungo il tracciato del paleomeandro di S. Rocco, a valle dell'area della omonima ex discarica. Nella parte a ridosso dell'autostrada si conserva lo specchio d'acqua del Bodrio Vacchelli, ultimo delle preesistenti aree umide a fianco del Colo Morta, in un contesto già oggetto di sistemazione ambientale da parte di AEM spa.

Con riferimento ai cosiddetti "bodri" (o "bugni"), forme erosive puntuali di piena eccezionale, frequenti, se conservati, lungo i fiumi principali del Cremonese e i loro argini, si deve segnalare la

storia del “bodrio Colonie Padane”. Esso non è oggi più visibile ad est dell’area verde delle “Colonie Padane”. Infatti, dopo la sua formazione, avvenuta durante la piena dell’autunno 1994, in corrispondenza di una rottura dell’argine maestro, appunto poco ad est dell’area verde, non si ritenne possibile conservarlo e fu definitivamente colmato nella primavera del 1997. La immagine seguente (GoogleEarth 6/2003) mostra ancora evidenti tracce delle operazioni di colmamento e ripristino dell’argine.



Fig. 2.20

Lanca a sud del Parco del Po e tracce, a destra, dei lavori di ripristino dell’argine maestro e di colmamento del Bodrio Colonie Padane (da GoogleEarth 5/2003)

Sempre riguardo ai bodri, occorre segnalare l’area idrica corrispondente al più antico (prima del 1723) e noto di essi: il Bodrio di S. Rocco. È collocato in area extragolenale, al margine della città edificata, in un contesto anticamente rappresentato da più aree idriche con aree umide circostanti. Ora è area privata, recintata e in buono stato di conservazione.



Fig. 2.21

Il Bodrio di S. Rocco nell’immagine GoogleEarth 3/2020

Di questa area di convergenza idrica delle acque cittadine e di quelle raccolte sul lato est della città, con il Cavo Cerca, area in cui erano insediati anche il Mulino di S. Rocco, si hanno rappresentazioni in tutte le carte storiche disponibili. Si riporta uno stralcio di quella detta dell’“Assedio 1648”. Oltre all’insieme dei bodri riporta il disegno di un ampio alveo di scarico verso sud delle acque raccolte, il

Cavo Mortizza, corrispondente al successivo “Scolo Scaricatore” e all’attuale porzione valliva del Cavo Cerca.



Fig. 2.22 I bodri di S. Rocco nella carta “Assedio 1648”

Infine, sembra opportuno sottolineare che dell’insieme delle aree idriche segnalate in precedenza, una parte è stata considerata effettiva “zona umida” e utilizzata per precisare le aree che il c. 6 dell’art. 16 del Ptcp Provincia di Cremona, richiede siano dai Comuni individuate e salvaguardate. Le aree non considerate a questo scopo sono vasche e laghetti artificiali di modesta rilevanza o i laghi artificiali (es. aree 2, 9, 10, 12 e 13 della figura seguente).

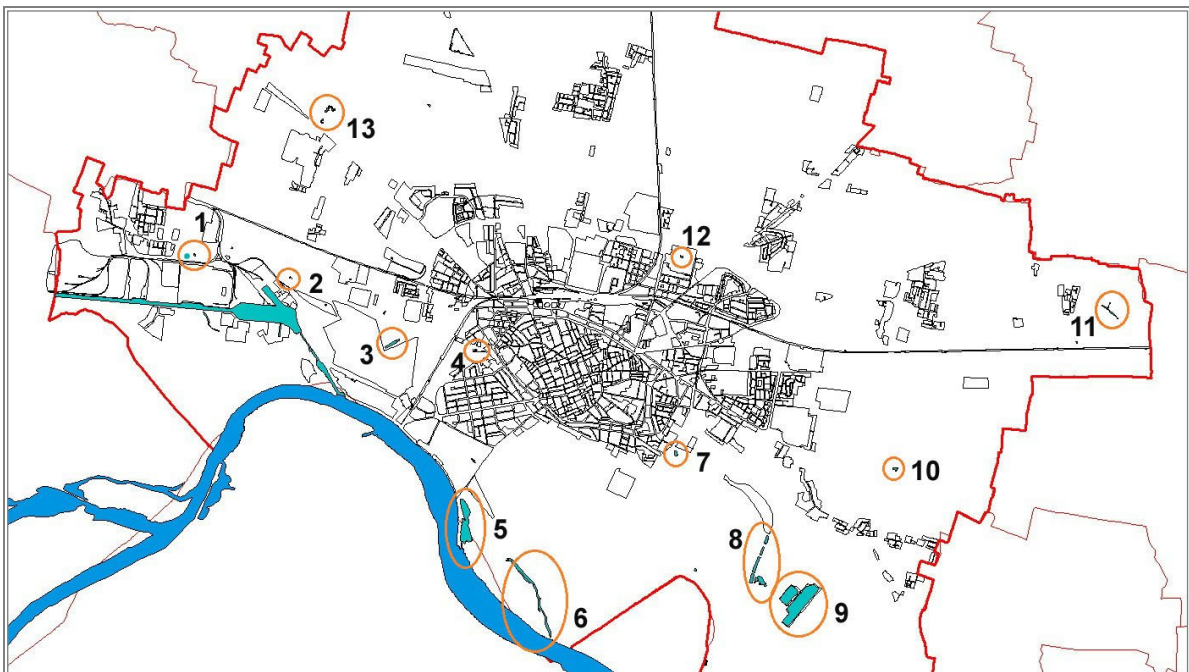


Fig.2.23 “Aree umide” e idriche da Ptcp, PGT e PIF

## 2.3 Elementi di idrografia storica

Senza alcuna pretesa di ricostruzione delle vicende relative alla trasformazione dei luoghi e delle presenza e uso dell'acqua nell'area di Cremona, questione complessa che molti lavori hanno trattato e che comunque non deve e non può essere sviluppata adeguatamente in questa sede, si vogliono comunque segnalare alcuni elementi significativi del rapporto tra trasformazioni del territorio ed elementi idrografici.

La prima considerazione riguarda le modifiche prodotte dall'uomo sui percorsi idrici principali. Anche in questo caso, come per la valutazione della naturalità o artificialità di forme e fenomeni geomorfologici, non è possibile indicare un "punto zero", cioè una data prima della quale considerare come naturale il paesaggio, in questo caso idrografico, e da lì valutare le variazioni antropiche. Per comodità ci si riferisce di nuovo, convenzionalmente, alla prima levata IGM, quella del 1890.

L'andamento dei corsi d'acqua principali e il reticolo minore riconoscibile, sono stati digitalizzati, a partire dalla mappa storica georeferenziata, e confrontati con la situazione attuale.

Le variazioni maggiori risultano a carico dei corsi d'acqua della zona ovest del territorio, cioè i torrenti Morbasco e Riglio.

Il corso del Morbasco è stato rettificato nel suo tratto all'uscita dell'abitato di Cava Tigozzi, e spostato verso nord, ai piedi della scarpata del terrazzo della pianura, per lasciare libera l'area di insediamento produttivo subito a sud. L'alveo del Riglio, poi, è stato trasferito molto più a sud, nell'area golenale, ed immesso in Po molto prima di dove si trovava in precedenza il suo sbocco (zona viale Po). In questo modo il Riglio non interferisce con le aree di intensa trasformazione del Porto Canale, della Tamolil, dei "canottieri" e con l'urbanizzazione attorno a via Po.

Con i due interventi, si libera inoltre l'area per insediamenti produttivi attorno al percorso del Canale Navigabile, per una ampiezza di circa 0,5 km su ognuno dei due lati di questo.

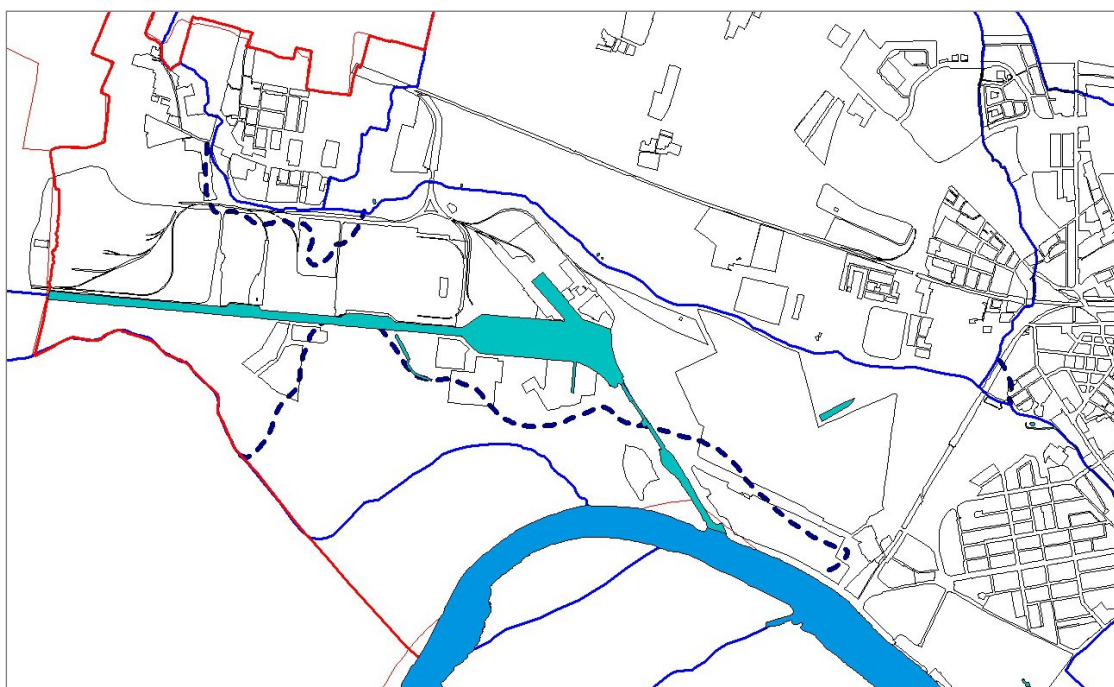


Fig. 2.24 I percorsi del Morbasco e del Riglio prima delle trasformazioni degli anni '70 – 80

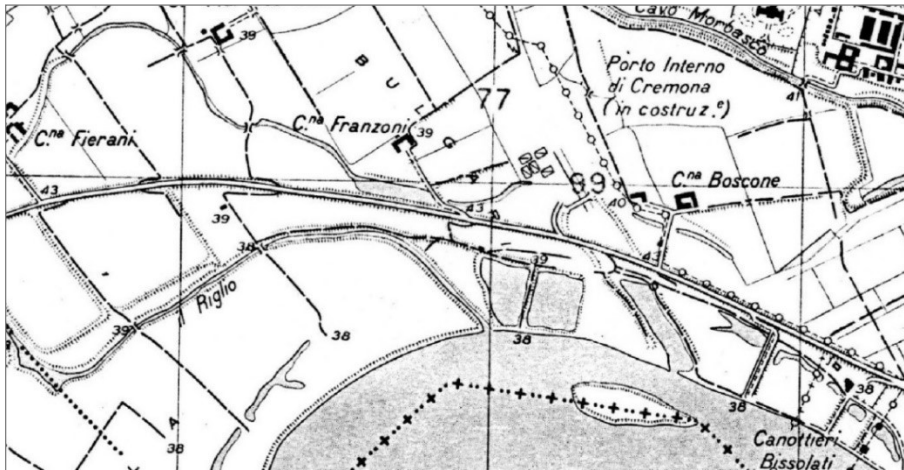


Fig. 2.25  
Stralcio della Tavoletta IGM del 1967 che riporta il vecchio tracciato del Riglio, non ancora colmato, e il nuovo percorso, ulteriormente accorciato rispetto alla prima modifica (sbocco in zona "cave" invece che in zona "canottieri")

Nella figura 2.27 è visibile anche (a destra) il tratto finale abbandonato e colmato del fosso Baraccona, che si immetteva nel Morbasco più ad est di dove giunge adesso, a causa dell'impedimento determinato dalla presenza della linea ferroviaria per Piacenza.

Dalle carte IGM, rilievi del 1890, 1907 e 1913 e, infine, 1967 si sono anche ricavate informazioni sulla distribuzione di altre aree idriche e aree umide che sottolineano sia i tracciati "dismessi" dei corsi d'acqua, sia le aree sottratte all'alveo del Po e i suoi paleopercorsi, considerando anche che, talvolta, le due tipologie coincidono.

Nella parte ovest della Valle Po, il vecchio percorso del Riglio può considerarsi almeno in parte impostato su un paleoalveo del Po, mentre numerose altre lingue d'acqua parallele al fiume segnano il limite esterno dell'alveo pre '50. A fianco dello sbocco nuovo del Riglio, sono riconoscibili, nelle carte del 1967, le aree idriche di forma squadrata rappresentano le ultime "stanze", non ancora colmate, della bonifica idraulica realizzata negli anni '50 a vantaggio delle "aree canottieri". L'area idrica centrale, corrisponde invece alla prima porzione scavata del Canale navigabile.



Fig. 2.26  
Specchi d'acqua riconoscibili nelle tavolette tra 1890 e 1967 e, a sud, fascia dell'alveo del Po colmato

Al centro della zona valliva, in corrispondenza della città, sono evidenti i percorsi curvilinei degli alvei più antichi abbandonati del Po, con frequenti aree idriche, soprattutto visibili nella carta del 1890.

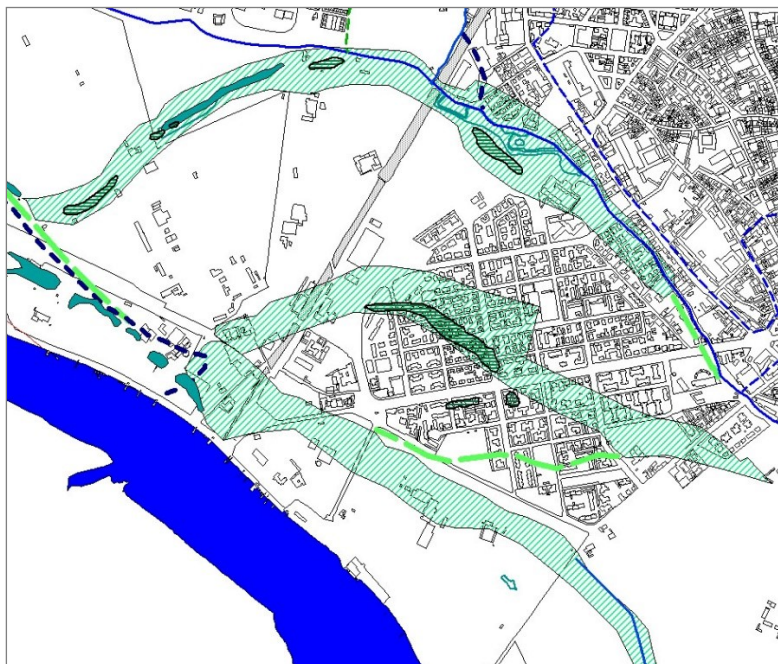


Fig. 2.27  
Tracciati dei paleoalvei del Po tra il Morbasco e il Po

Ancora più ad est, sono riconoscibili, nelle carte consultate, resti di lanche in posizioni appena interne all'attuale golena aperta, in una area percorsa dal fiume non più di 50 anni fa. Si nota che l'attuale Bodrio Vacchelli rappresenta l'ultimo degli specchi d'acqua già presenti lungo il Colo Morta.

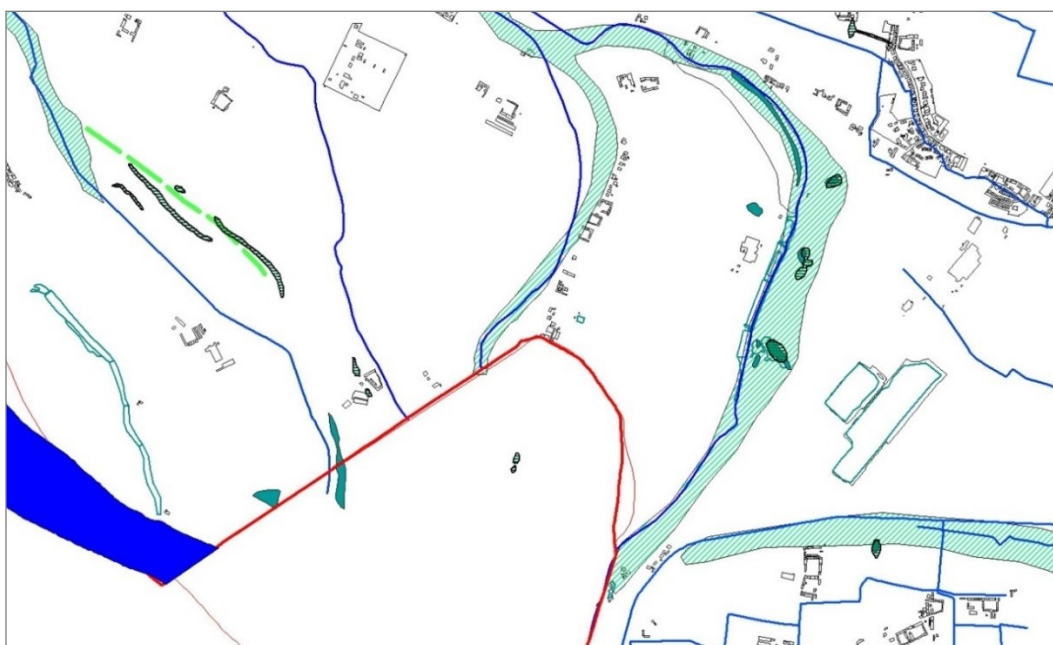


Fig. 2.28 Aree idriche e paleomeandri nella zona est della Valle

Nell'ambito dell'analisi delle trasformazioni della idrografia in tempi storici recenti, è sembrato opportuno considerare le variazioni del corso del Po, le dimensioni del suo alveo ordinario e i suoi rapporti con la città storica e quella attuale.

Oltre alla analisi della cartografia antica, di cui si dirà più avanti, si è ancora operato per mezzo della georeferenziazione delle tavolette IGM e della digitalizzazione delle aree assegnate, di volta in volta, alle pertinenze dell'alveo con acqua. Sono state utilizzate le tavolette IGM 1890, 1913 e 1967, oltre alla cartografia attuale (carta tecnica comunale). L'alveo con acqua, una volta digitalizzato, è stato tagliato secondo sezioni identiche in tutte e tre le soglie storiche, lungo il prolungamento dei confini comunali, in modo da poter effettuare un confronto quantitativo tra le superfici idriche occupate, oltre che un confronto visivo delle morfologie.

Per quanto occorra molta prudenza nel valutare i dati del confronto, poiché le superfici perse in un tratto possono essere recuperate in quello successivo o precedente, con ciò suggerendo che i confronti areali vanno effettuati su porzioni più estese di fiume, tuttavia stupisce notare che le riduzioni più consistenti di superficie dedicata stabilmente al fiume si collocano solo successivamente al 1967, e con evidenza tale da doversi ritenere comunque significative.

<i>Soglia</i>	<i>Superficie m<sup>2</sup></i>	<i>Superficie km<sup>2</sup></i>	<i>% su superficie 1890</i>
1890	4.713.753	4,71	100
1913	3.557.784	3,55	75,5
1967	3.761.088	3,76	79,8
2010	1.567.821	1,57	33,3
6/2021	2.624.859	2,62	55,6

Tab. 2.5

Oltre alla riduzione complessiva delle superfici a disposizione del fiume, da notare quanta parte di valle, soprattutto a sud della città, fosse occupata dal fiume a fine '800.

Questa riduzione di spazi utili viene avviata soprattutto dopo la inondazione del 1951, ed è rappresentata, in quegli anni, soprattutto dal graduale colmamento di una fascia fluviale ad ovest del ponte ferroviario, ampia tra 200 e 250 m. Ancora negli anni '60 si cerca di contenere il fiume, ancora ampio, con lunghi pennelli. Nella carta del '67, è già quasi completata l'occupazione del fondovalle nell'area di viale Po, mentre il Porto Canale in costruzione e le aree industriali ad ovest non sono ancora in funzione o semplicemente non sono rappresentate in carta. La Tamoil in realtà è già presente dal 1953.

È noto che gli sforzi dei Cremonesi sono sempre stati rivolti al contenimento del fiume, soprattutto attraverso il suo allontanamento dal margine abitato della città storica, cioè dal margine del terrazzo/dosso della pianura. Il fiume ha certamente lambito a lungo la scarpata del terrazzo principale e le stesse mura della città, soprattutto tra '500 e '700, in corrispondenza con una fase di deterioramento climatico, e ha certamente interessato alcune fasce e alcuni settori collocati a quote intermedie o privi di difesa morfologica netta.

Molti autori, in genere storici o urbanisti, hanno interpretato liberamente la morfologia del margine della pianura, assegnando alla competenza di un antico percorso fluviale, anche parti della città storica, soprattutto sul suo lato sud – est e appartenenti al ripiano di Porta Mosa (figg. 1.30 e 1.31).

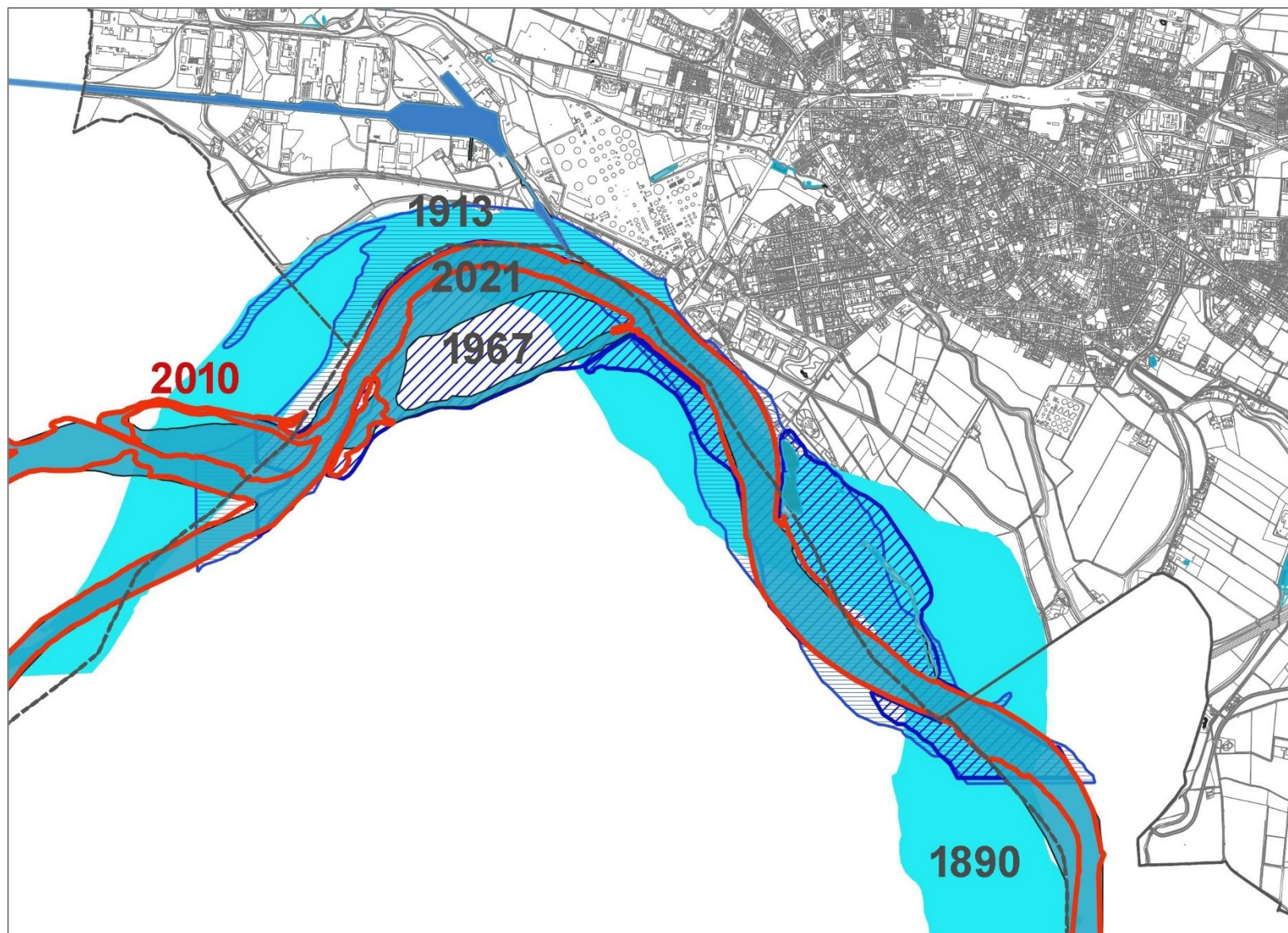


Fig. 2.29 Confronto tra gli alvei ordinari del Po come disegnati sulle tavolette IGM 1890, 1913 e 1967, e come rappresentati al 2010 e 2021

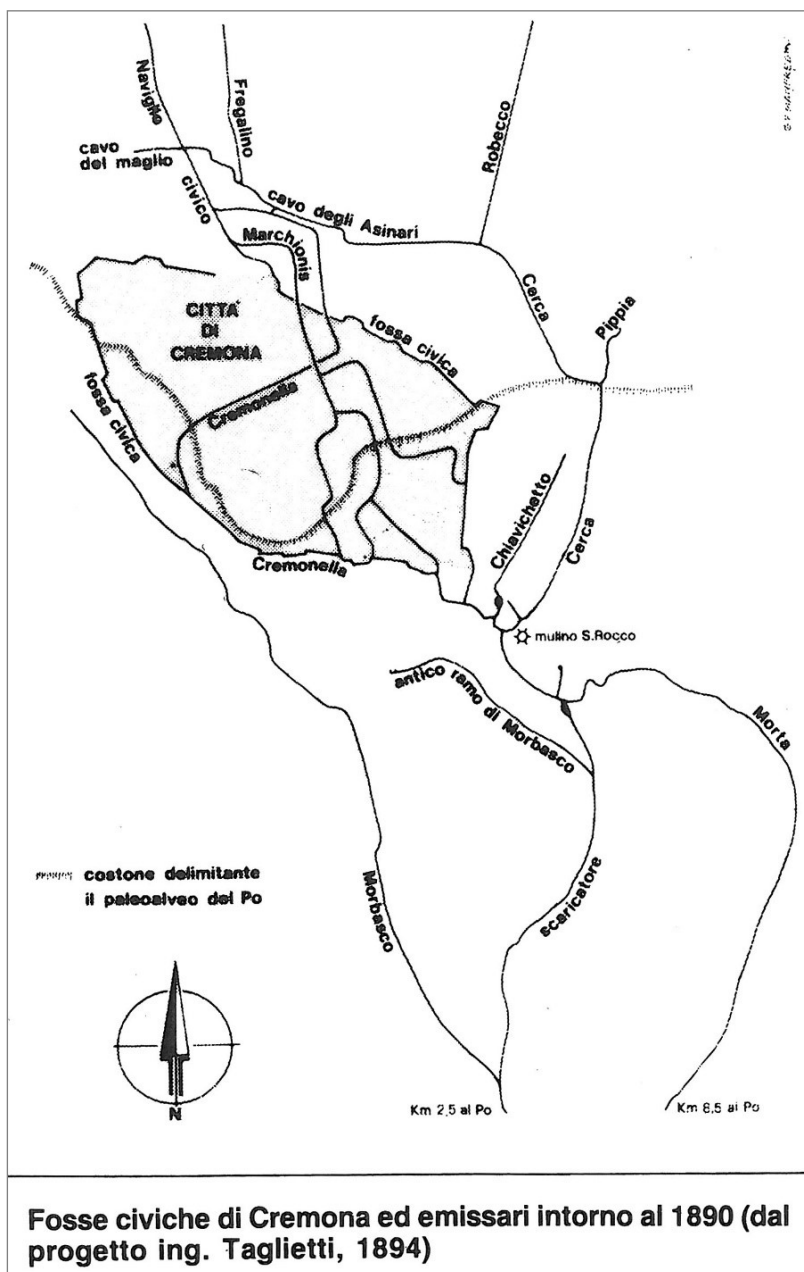


Fig. 2.30

Ricostruzione della idrografia dell'area est e sud di Cremona con specifica indicazione del "costone delimitante il paleoalveo del Po". Sono anche indicati i tracciati dei primi antichi (quattrocenteschi) scolmatori delle acque del Naviglio, a nord della città, Cavo del Maglio e Cavo degli Asinari (da B. Loffi 1986)

Il "paleoalveo del Po" è indicato anche nella ricostruzione della morfologia antica della città, riprodotta nella Tav. 3.1 del "Quaderno di Pianificazione 8" del Comune di Cremona (M. Maderna 2000).

Per quanto non certa, la cosa non appare impossibile, poiché tra quote dei paleoalvei e paleomeandri riconoscibili in valle e la quota inferiore del ripiano di Porta Mosa esiste un dislivello minimo. Inoltre esistono anche nella morfologia attuale segni evidenti dell'esistenza di una fascia intermedia tra alto morfologico della città romana e valle attiva.

Si ritiene che il disegno del "costone del paleoalveo", cioè della scarpata originaria di valle, provenga dalla morfologia reale ed anche dalla interpretazione della carta di L.Voghera, relativamente recente (1825), che riporta una traccia sovrapposta alla mappa, esattamente con questo andamento. Tuttavia, anche nella molto più antica e nota carta di A.Campi (1583), pur non essendo evidenziato nulla di anomalo nell'area di Porta Mosa, pure si riporta la traccia dell'alveo fluviale nella zona ovest

del centro (zona via Bissolati – si veda anche in M. Maderna 2000), zona interessata da eventi alluvionali storici (1705, altri ?).

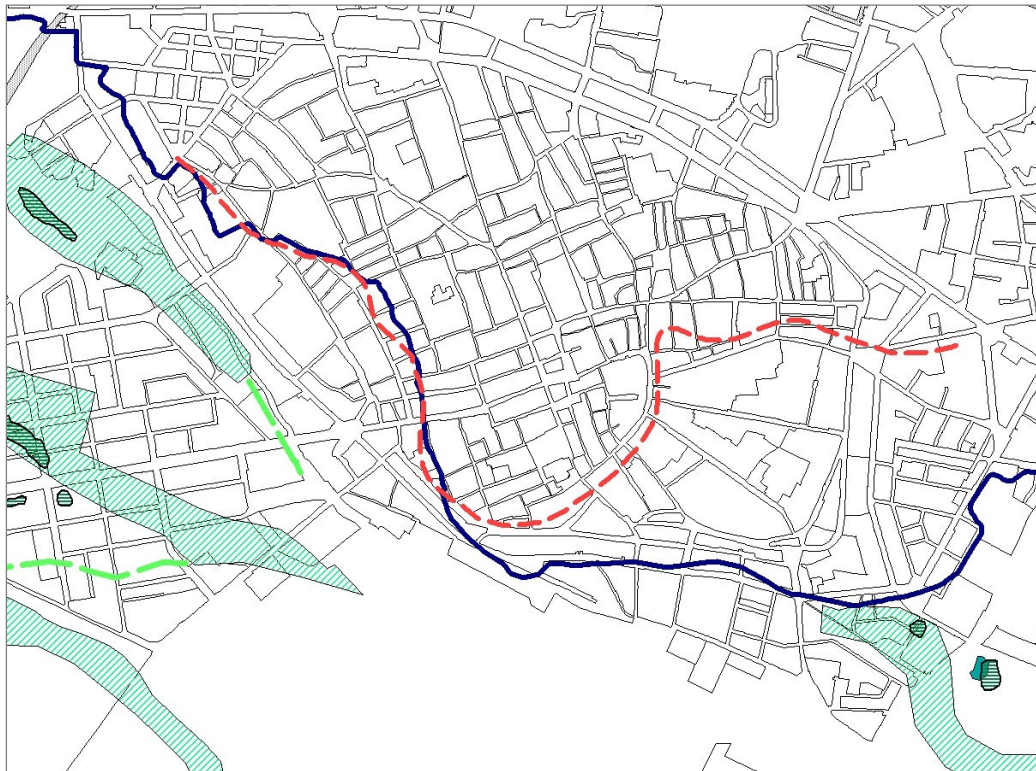
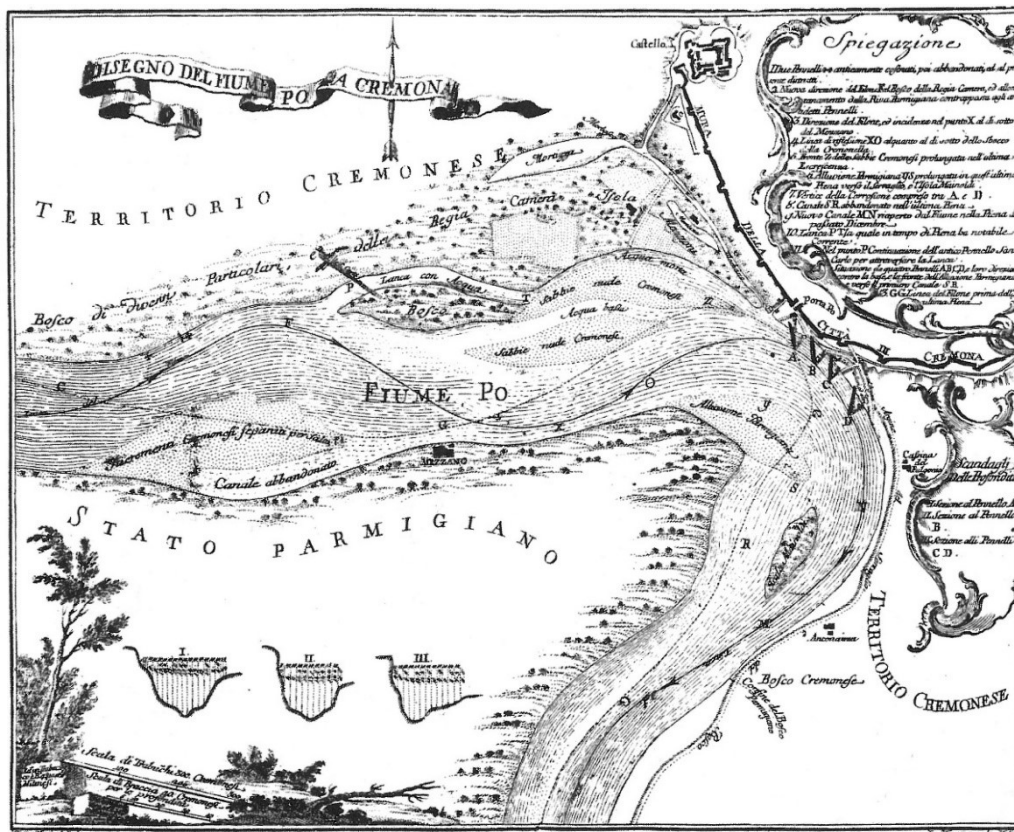


Fig. 2.31  
Limite geomorfologico della valle, modificato dall'uomo, come oggi rilevato (blu) e limite antico presunto, come ripreso da vari autori dalla carta dell'arch. Luigi Voghera 1825 (tratteggio rosso)



Piano ideato nel 1758 dal gesuita Antonio Lecchi per la difesa delle mura

Fig. 2.32  
Il progetto di A. Lecchi (1758) per la realizzazione di pennelli a difesa delle mura dalla corrente del Po (da G.F. Manfredini, in Loffi 1986)

A titolo di illustrazione dell'attività del Po a ridosso delle mura di Cremona e della possibile origine erosiva delle deformazioni del limite morfologico occidentale della valle, si veda la seguente figura, stralcio di un assemblaggio di mappe del Catasto Teresiano (1723), ripresa dalla relazione del Piano Particolareggiato del PLIS del Morbasco.



Fig. 2.33  
Carta assemblata delle mappe del Catasto  
Teresiano (1723)  
(da Piano Particolareggiato PLIS)

Le rappresentazioni cartografiche dei rapporti tra città e fiume e degli sforzi per tenere a bada, e poi a distanza, il fiume dalle mura cittadine, sono molto numerose. In genere esse rappresentano i problemi di difesa idraulica concentrati sul lato ovest delle mura, mentre non risulta esistano rappresentazioni storiche di un accesso del fiume all'area ribassata di Porta Mosa. Come detto, ciò non è impossibile, solo però se ci si riferisce ad eventi più antichi, pre – romani. Rimane il fatto che il ripiano, connesso al solco aperto che drena le acque ad est della città (antica Cremonella ?, Cavo Cerca.) presenta caratteri geoidrologici e d'uso delle aree particolari.

Si sono conservati molto a lungo, e tuttora, spazi aperti, con ortaglie e piccoli seminativi e prati, percorsi da canali, alcuni con probabile funzione irrigua, altri di colò, derivati dal Marchionis e dalla Fossa Civica. L'area è definita, in alcuni documenti, acquitrinosa e, secondo G. Bassi (2000) "con drenaggio difficoltoso e frequenti ristagni d'acqua".

Si possono vedere, al proposito, uno stralcio della carta di G. Feraboli (1860) e una ricostruzione di G. Taglietti (fine sec. XIX), ripresa da G.F. Manfredini (1996, in "Contributo allo studio delle acque della Provincia di Cremona").



Fig. 2.34 (sopra)  
Stralcio carta di G. Feraboli (1860) con evidenziate le aree della città murata dotate di ampi spazi verdi e di orti (area via Bissolati) e area ripiano Porta Mosa (via Bonomelli e XI febbraio.)

Fig. 2.35  
Ricostruzione di G. Taglietti della idrografia del centro città, compresi i cavi della zona Duomo – Porta Mosa (fine '900)

## 2.4 Esondazioni e alluvioni nel territorio di Cremona

Il territorio di Cremona è notoriamente soggetto alle esondazioni da parte del fiume Po, nelle superfici comprese nel fondovalle, agli allagamenti delle aree della pianura dovuti alle insufficienze idrauliche della rete scolante seminaturale e artificiale, e alle conseguenze negative che si determinano anche sul l'intero sistema fognario e di scarico delle acque.

### Esondazioni del Po

Nella valle, che oggi occupa circa 23 km<sup>2</sup> del territorio comunale, per una larghezza tra 1 e 3 km, ma certamente in passato risultava meno ampia, con il corso del fiume assai più prossimo alla città costruita, il rischio di inondazione è comunque sempre stato elevato, almeno fino a quando non è stato completato un efficiente e continuo sistema di difesa arginale, principale e secondario.

Le grandi piene storiche del Po hanno quasi sempre interessato anche Cremona, città che si colloca proprio al centro della valle e del percorso del fiume, dalle sorgenti al mare.

Rimanendo a tempi storici relativamente recenti, si ricorda una grande inondazione nel '700 (1705), la più grande conosciuta fino a quel momento, peraltro seguita da diverse altre nel secolo (1719, 1729, 1733, 1755, 1772, 1777 e 1799) e da almeno altre 10 piene principali, o più, nel secolo successivo: nel 1801, 1808, 1811, 1823, 1839, 1841, 1846, 1857, 1868, 1872, o in date diverse, a seconda delle fonti.

Passando al più vicino secolo XX, sono concordemente segnalate le 3 piene più importanti, tutte avvenute in ottobre/novembre, con valori idrometrici simili e che si discostano dagli altri eventi del secolo (si veda la tabella sottostante, ripresa da A. Zamboni; [www.astroara.org](http://www.astroara.org) ).

<b>Stazione Idrometrica "Batteria" di Boretto (Piene con livelli superiori a 7 m sopra lo zero idrometrico)</b>		
Anno	Livello (m)	Periodo
1907	7.59	ottobre – novembre
1917	7.72	maggio – giugno
1926	7.54	maggio
1928	7.53	novembre
1951	8.48	novembre
1968	7.14	novembre
1976	7.59	ottobre – novembre
1977	7.65	ottobre
1993	7.12	settembre – ottobre
<a href="#">1994</a>	8.43	novembre
<a href="#">2000</a>	9.06	ottobre
<a href="#">2002</a>	7.56	novembre

Tab.2.6

A Cremona la piena del 1994, la stessa dei disastri in Piemonte e nell'Alessandrino in particolare, ha raggiunto altezze idrometriche maggiori o molto simili a quelle del 1951, superate comunque dalla piena del 2000. Si vedano le misure all'idrometro di Cremona, posizionato in corrispondenza di una pila del ponte ferroviario.

Piense storiche:

+ 6 metri e 34 cm il 18 ottobre 2000. Record storico positivo  
+ 5 metri e 95 cm l'8 novembre 1994.  
+ 5 metri e 94 cm l'11 novembre 1951.

Diversi autori hanno approfondito il tema della frequenza e intensità delle piene del Po nel tempo, constatando un incremento del numero di eventi passando dai primi secoli del millennio al '7 – 800, pur tenuto conto della più incerta documentazione degli eventi più antichi.

La rettificazione del fiume e la riduzione dei suoi spazi, più che la variazione dell'uso delle terre, unitamente al deterioramento climatico della "piccola età glaciale" e del XIX secolo, in particolare, sembrano essere state le cause del fenomeno che viene anche fatto corrispondere con un innalzamento del fondo per il forte trasporto solido di quei tempi. Almeno quest'ultimo fenomeno si è successivamente invertito, per gli effetti erosivi accentuati in un contesto di riduzione delle fonti di ripascimento e di aumento della escavazione in alveo, cosa che ha prodotto un significativo approfondimento dei livelli di base (Bassi 1999).

Gli argini cremonesi, la cui storia inizia nel '4 – 500 e si consolida solo nell'800, sono stati organizzati e rinforzati ulteriormente dopo l'alluvione del 1951, con elevazione della quota di coronamento dell'argine maestro oltre i livelli del 1994 (42 m), 1,30 m soltanto oltre la quota raggiunta poi nel 2000.

Naturalmente, la maggiore funzionalità e completezza delle difese arginali hanno determinato problemi aggiuntivi allo scarico delle acque superficiali in Po e hanno costretto, tra l'altro, alla realizzazione di impianti di sollevamento delle acque oltre gli argini maestri, come nel caso della chiavica sul Riglio (2000) e, precedentemente, a Foce Morbasco (1984), gestito dal Consorzio DUNAS in base ad una convenzione con AIPO del 2017. Gli stessi argini sono prolungati lungo i corsi d'acqua secondari a difesa dalle esondazioni locali e dagli effetti di rigurgito in caso di non ricettività del recapito idrico, in genere il Po.



Figg. 2.36 - 37 Stazioni di sollevamento del Riglio e di Foce Morbasco (LombardiaBeniCulturali.it)

Attualmente il sistema arginale è compiuto e continuo, basato su un argine maestro a difesa della golena protetta e di un insieme complesso di argini golenali e secondari.

Nel presente lavoro si è provveduto a raccogliere e collegare in un unico strato cartografico i dati disponibili.

Tutti gli argini sono stati digitalizzati in forma poligonale sul territorio di Cremona, a partire dai file comunali e regionali, con successive integrazioni, e empiricamente distinti per importanza. Sono segnalate anche le opere, in genere strade, che fungono da arginature di fatto perché collocate su rilevato in aree di golena.

La carta è tuttavia puramente indicativa, non essendo stata effettuata una raccolta sistematica della documentazione tecnica di progetto di tutti i rilevati arginali; operazione molto lunga da realizzare e con il necessario apporto di tutti gli enti competenti: Autorità di Bacino, AIPO, Consorzi di Bonifica, Comune, ecc. Bisogna ricordare che è in corso, da parte dell’Autorità Distrettuale Po, una attività di deciso approfondimento conoscitivo sulle condizioni di sicurezza idraulica dei principali corsi d’acqua arginati della pianura, volta a definire le pericolosità idrauliche dovute a fenomeni di tracimazione e rottura arginale. Saranno pertanto disponibili, oltre agli adeguamenti delle aree inondabili complessive, comprensivi degli spazi extra-arginali, anche dati più precisi sui sistemi arginali e sulle loro condizioni morfologiche e strutturali a fini idraulici (vedere più avanti).

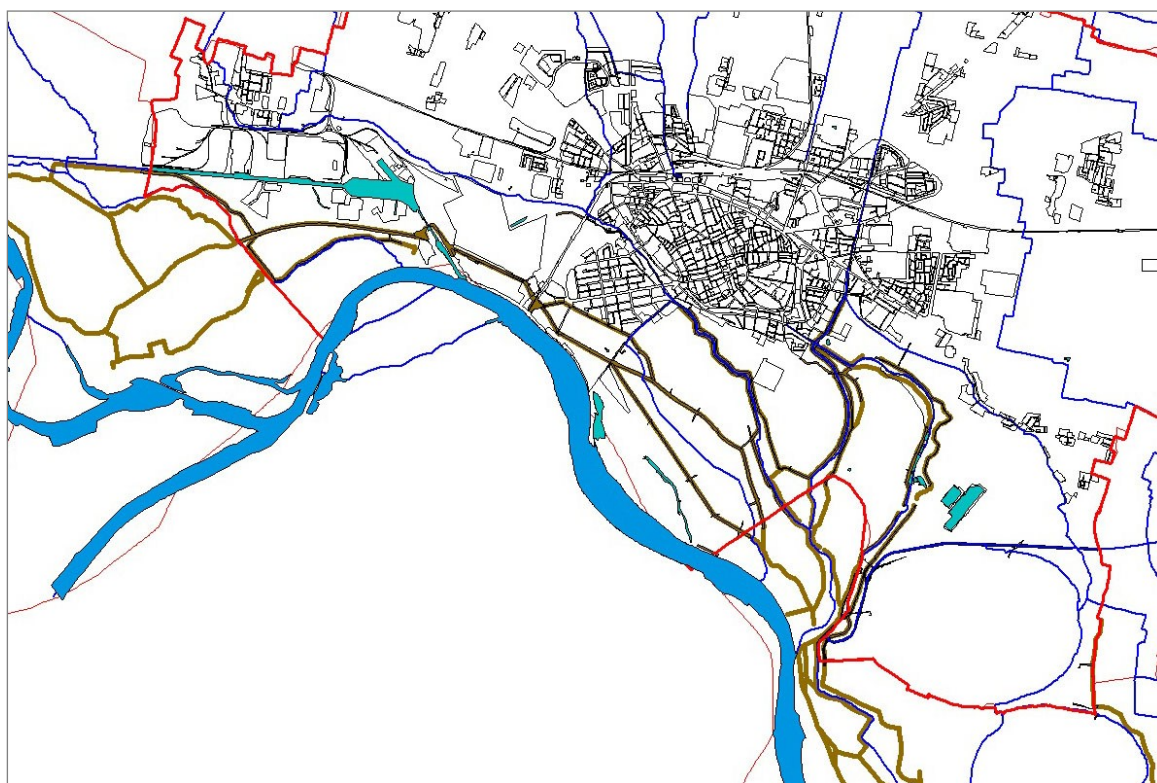


Fig.2.38 Tracciato ed aree occupate dagli argini fluviali

Nonostante il sistema di argini si deve già ora richiamare che il rischio esondativo è comunque elevato, anche a carico delle aree retrostanti l’argine maestro, considerata la possibilità di fenomeni di rigurgito, soprattutto con piene concomitanti, dal Po e dai bacini scolanti da nord e, appunto, le possibili rotture arginali. Si pensi anche solo al caso, già citato in precedenza, della rottura d’argine presso le Colonie Padane, da cui si originò il Bodrio omonimo, poi tombato. Per quanto riguarda i rischi esondativi per impossibilità di recapito delle acque in Po, si può ricordare il caso del novembre 1994, quando tutta l’area industriale e la Tamol furono salvate dalle acque del Riglio, solo con l’intervento massiccio di idrovore.

Naturalmente esiste anche la possibilità del sormonto degli argini, come nel 1951, oggi limitata, ma non esclusa, dalla successiva sopraelevazione della quota di coronamento. La valutazione del grado di sicurezza dipende dai dati utilizzati per la previsione idraulica, che, convenzionalmente, stabiliscono quale sono le dimensioni delle piene fluviali da cui difendersi in via ordinaria con le salvaguardie rappresentate sia dalle difese passive, sia dalla corretta pianificazione degli usi delle terre.

Gli ampi insediamenti urbani e produttivi nati negli anni '40 e soprattutto '50 e successivi in piena valle (Quartiere Po, in particolare) hanno sensibilmente limitato lo spazio di pertinenza fluviale e creato una forte riduzione locale dell'ampiezza della fascia di golena aperta che qui si riduce quasi a zero. La porzione di valle retroarginale ha così perso la continuità degli spazi tra monte e valle necessaria a far defluire liberamente eventuali flussi esondativi che abbiano bypassato gli argini o provengano da corpi idrici minori.

Anche le aree esterne all'argine maestro sono in parte occupate da insediamenti e attività, queste ultime sottoposte al concreto rischio di allagamento.



Fig. 2.39

Si veda l'immagine (dalla rete) che rappresenta le quote a Cremona dei livelli di piena del novembre '94 e ottobre 2000 (più alto)

### Esondazioni e allagamenti

Rispetto alla situazione del rischio idraulico in valle del Po, certamente di gravità elevata, ma relativamente ben individuata nelle sue cause (piene del Po) e nei secolari tentativi di soluzione, più complessa e finora meno affrontata è la situazione relativa alla corretta gestione di tutto il reticolo idrografico del territorio di Cremona che non sia rappresentato dal Po e dalla sua azione diretta. Come già ricordato, le relazioni e le interferenze tra fenomeni idrologici del Po e del restante reticolo idrico, principale e minore, sono fortissime nella valle e modeste o assenti sulla pianura, ma una esposizione separata dei problemi viene proposta qui per maggiore chiarezza e soprattutto, per la diversità delle cause scatenanti e del tipo di fenomeni.

La situazione di crisi idraulica presente lungo il reticolo idrico di Cremona è questione nota da tempo, ma sempre peggiorata con l'espansione edilizia e infrastrutturale degli ultimi decenni, con conseguente aumento delle superfici impermeabili, incremento dei volumi drenati e riduzione dei tempi di corrivazione e trasferimento delle piene. Inoltre, da più parti si è sottolineato anche il ruolo

negativo connesso alle trasformazioni agrarie recenti, che senz'altro riducono complessivamente la lunghezza dei reticoli idrici secondari e incrementano i fattori di minore capacità idrica dei suoli. Non da ultimo occorre considerare la frequenza, statisticamente in aumento, di eventi meteorici con precipitazioni abbondanti e concentrate.

La rete idrica, molto complessa, ha anche forti relazioni, come del resto è sempre stato, con la rete del collettamento fognario, soprattutto attraverso il sistema degli scarichi di piena, che evidentemente costituiscono una voce rilevante del bilancio idrologico di superficie. Inoltre si è andata riducendo notevolmente la distinzione di funzioni tra diversi corpi idrici, irriguo, bonifica (colatura o colo), scarico reflui, ecc., con il risultato di un quadro quali – quantitativo estremamente interagente e di difficile gestione.

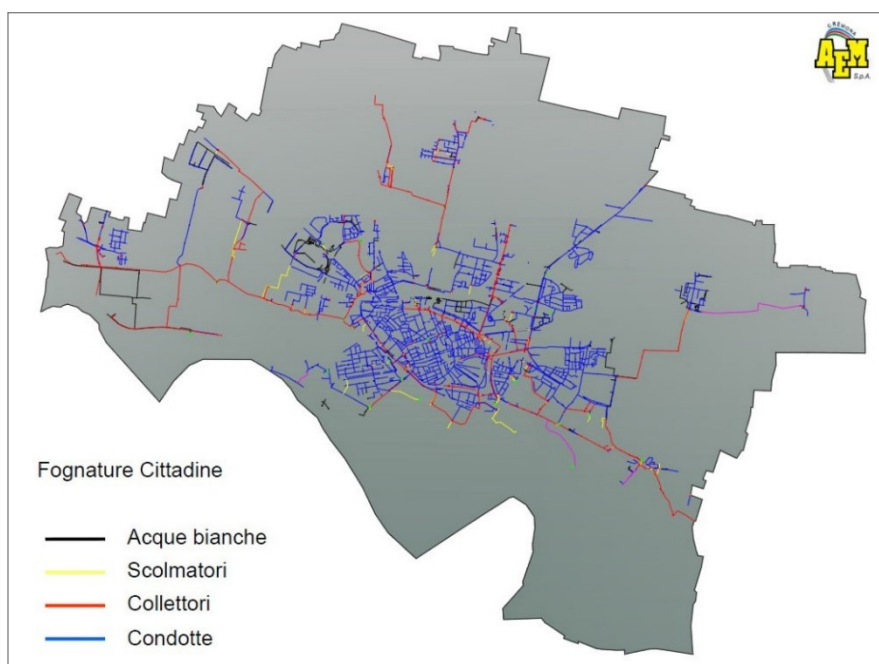


Fig. 2.40

Rete fognaria AEM  
(presentazione AEM –  
Guereschi, Cremona  
10/2011)

La situazione di difficoltà di drenaggio del reticolo idrografico coinvolge dunque direttamente anche il reticolo fognario, che in Cremona città è storicamente sviluppato su antichi tracciati idrici.

Gli allagamenti conseguenti a forti e/o prolungate precipitazioni sono puntualmente causati da tracimazione dei corsi d'acqua, rigurgito fognario (problema molto sentito nelle zone vallive) e, soprattutto nelle aree agricole, ristagno superficiale.

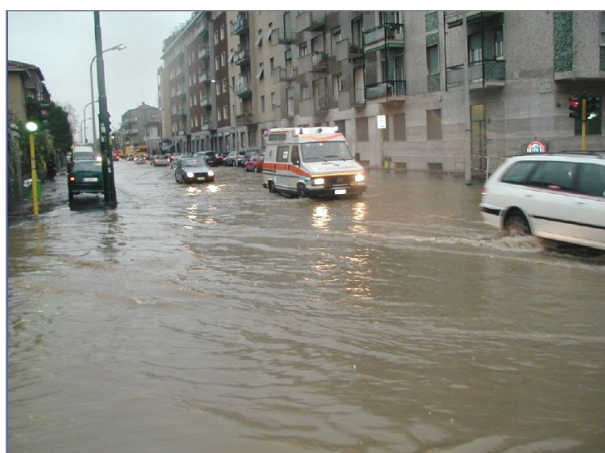


Fig. 2.41

Allagamenti 2010 in area urbana  
(presentazione Studio Telò – Cremona 10/2011)

Il problema degli allagamenti soprattutto in zone urbane è stato affrontato in modo sistematico a partire dalla fine degli anni '90, attraverso una serie di studi volti a individuare la situazione di rischio idraulico esistente sul territorio che hanno dato origine alle proposte di intervento per la sistemazione idraulica a difesa della città di Cremona, interventi in parte già realizzati o in stato avanzato di progettazione.

Si elencano, di seguito e senza pretesa di esaustività, studi e progetti di opere prodotti per il Comune di Cremona e per Regione Lombardia per la definizione delle aree a rischio idraulico e la realizzazione di opere di mitigazione, nell'arco degli ultimi 20-25 anni. Da essi sono tratte le informazioni sintetiche più oltre esposte e le valutazioni più specifiche e più recenti relative a pericolosità e rischio (Tabella seguente. **2.7**).

Le ultime elaborazioni sono state predisposte nel 2022 ed inizio 2023 nell'ambito dello Studio comunale di Gestione del Rischio Idraulico, strumento previsto dal Regolamento Regionale 7/2017 sulla invarianza idraulica e idrologica, ai sensi dell'art.58bis della l.r.12/05.

1	<i>Perimetrazione delle aree a rischio idraulico e progetto preliminare del canale scolmatore a difesa della città di Cremona (Polaris Studio Associato per Regione Lombardia, 1999):</i>
a.	<i>Perimetrazione delle aree a rischio idraulico: Relazione preliminare (sett. 1999)</i>
b.	<i>Progetto preliminare: Relazione generale (nov. 1999)</i>
2	<i>Interventi di sistemazione idraulica a difesa della Città di Cremona (legge 267/98) – Primo Lotto funzionale – Progetto esecutivo (Polaris Studio Associato per Comune di Cremona e Regione Lombardia, sett. 2007-2012)</i>
3	<i>Valutazione della pericolosità e del rischio idraulico all'interno delle aree classificate a rischio idrogeologico molto elevato (Zone I) (Studio Telò per AEM-Comune di Cremona, 2010-2013)</i>
4	<i>Riduzione del rischio idraulico per i territori della provincia di Cremona afferenti al reticolo idrico principale Fregalino – Fossadone e che coinvolge parte dei comuni del territorio cremonese orientale (Studio Telò per Provincia di Cremona - 2012)</i>
5	<i>Studio idrologico e idraulico di approfondimento, funzionale alla migliore interpretazione delle aree a rischio allagamento nel tratto di Colo Reale compreso tra il tombotto dell'Autostrada A21 e l'attraversamento del Canale di Foce Morbasco (Studio Telò per il Comune di Cremona, 2015)</i>
6	<i>Ripristino idrodinamico della Roggia Quistra quale scolmatore del Canale Naviglio Civico a difesa della Città di Cremona (Studio Telò per Comune di Cremona, Regione Lombardia, AEM);</i>
7	<i>e successivo: Ridefinizione della pericolosità e del rischio idraulico all'interno delle aree classificate RME del Comune di Cremona a collaudo avvenuto dello scolmatore Quistra (Studio Telò 2010-2017)</i>
8	<i>Adeguamento sezioni idrauliche del Canale Quistra a difesa del nodo idraulico di Cremona nei comuni di Pozzaglio ed Uniti e Corte de' Frati (Studio Telò per Consorzio DUNAS, 2021)</i>
9	<i>Realizzazione dello scolmatore est in Comune di Cremona – Lotto 1, PFTE (O2H Engineering per Consorzio DUNAS, 2022)</i>
10	<i>Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico (SCGRI) ai sensi all'articolo 14 del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n.7 (Studio Telò per il Comune di Cremona, 2022),</i>
11	<i>comprendente anche lo : Studio idraulico del territorio comunale di cui ai commi 1, 2, 3 e 4 dell'articolo 14 del R.R. n.7/2017 (2022)</i>

Inoltre si è consultata e riprodotta in formato digitale la tavola relativa alle:

- *Aree alluvionate negli eventi di piena del 31.5.95 segnalati – Comune di Cremona, scala 1:10.000, 1995* predisposta dagli uffici comunali a seguito dell'evento 1995 e che costituisce la base cartografica per la definizione delle aree generalmente soggette ad allagamento. La Tavola, riprodotta nella

seguinte figura 2.42, è probabilmente basata su una valutazione estensiva delle aree in qualche modo e con diversa intensità interessate dagli allagamenti, ed è stata intesa successivamente, in via molto cautelativa, come rappresentazione delle aree storicamente allagabili.

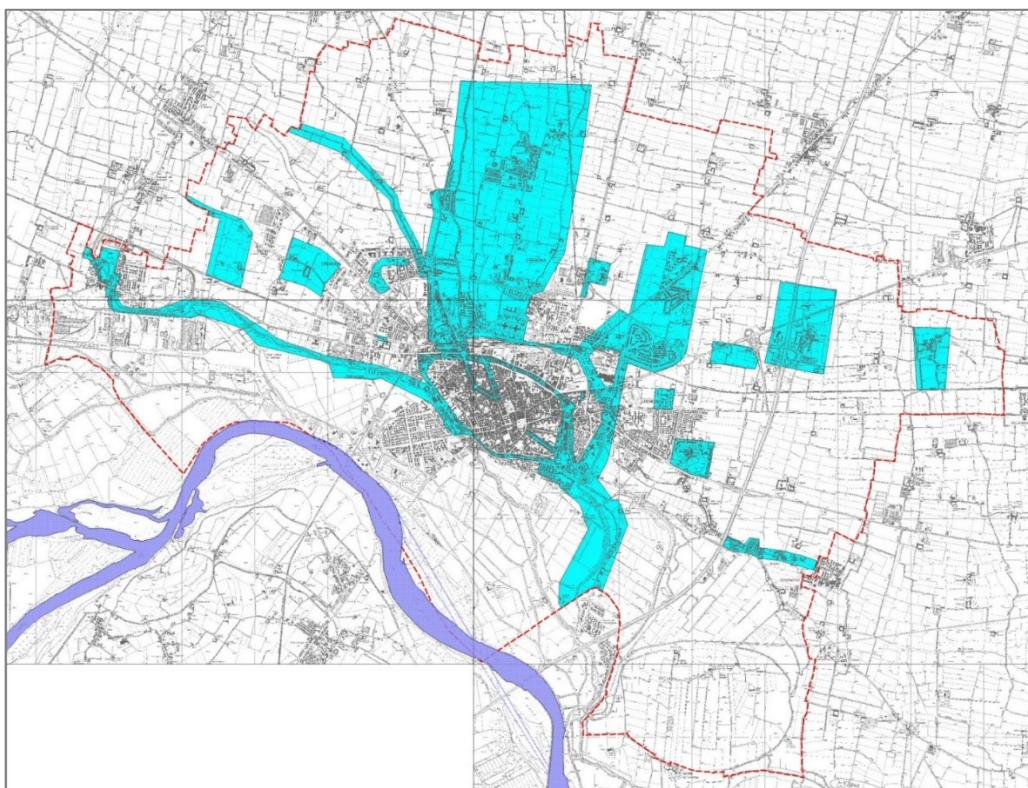


Fig. 2.42

Aree allagate  
nell'evento  
31/5/1995  
(Comune di  
Cremona)

In ogni caso, l'episodio alluvionale del maggio 1995 e quelli avvenuti nel giugno 2010 sono stati probabilmente i più consistenti dei tempi recenti, ma non certo gli unici generati da piogge intense e da sovraccarico idraulico soprattutto dei corsi d'acqua secondari, artificiali e naturali, non necessariamente in presenza di una importante piena fluviale del Po. I meccanismi e i tempi di formazione delle piene torrentizie e dei canali e di una piena del Po sono fortunatamente molto diversi e non risulta si siano entrambi verificati contemporaneamente con la massima intensità. Tuttavia, anche in assenza di contemporaneità dei colmi di piena, alti livelli idrometrici del Po ostacolano fortemente o del tutto i recapiti nel fiume dei corsi d'acqua affluenti (Riglio, Morbasco, Morta, Fossadone, ecc.), tanto da creare effetti di rigurgito che si ripercuotono fino alle base della scarpata del terrazzo principale della pianura ed anche, parzialmente, ai nodi della rete collocati più a monte. Nelle previsioni modellistiche idrauliche, si cerca di tenere conto di questo fattore e in generale di tutte le situazioni in cui le esondazioni sono generate da difficoltà di recapitare acque in un corpo recettore, più che da insufficienza dimensionale del canale al semplice trasferimento delle portate in arrivo.

Molte altre situazioni di crisi si sono create negli ultimi decenni e solo delle principali è rimasta notizia documentata. Poiché, comunque, in diversi casi le intense piogge locali hanno accompagnato periodi di piena fluviale, è sembrato opportuno inserire in una unica tabella gli eventi alluvionali noti.

Tab. 2.7 Eventi alluvionali dal 1950

data	descrizione
0/11/1951	grande e storica piena del Po con ingenti danni; livelli idrometrici superati successivamente dal 1994 e 2000
18/10/1953	133,2 mm in una mattina (tipo 1995); grandi aree alluvionate; a Crema 492 mm/mese e max 88, 99 e 90 mm/giorno
29/5/1959	temporale con allagamenti
5/11/1968	piena Po e allagamenti
29 – 30/11/1976	piena del Po e piogge intense in tutta la Lombardia
20/1/1978	
18 – 21/10/1979	piogge intense (tot. 259,8 mm)
1981	
9/1993	fase piovosa e piene fluviali in buona parte della Lombardia
26/09/1994	evento simile al 31/5/1995, ma più modesto
7 – 8 – 9/11/1994	alluvione in mezza Lombardia, piena Po + piogge Cremona; in mancanza sollevamento Riglio forte rischio per area industriale; evitato allagamento Tamoil con 25 idrovore sul Canale e Porto.; danni in golena e fino al terrazzo nella zona industriale, per fenomeni di rigurgito; problemi al depuratore per rigurgito dal Morbasco
31/05/1995	allagamenti diffusi per precipitazione eccezionale pari a circa 205 mm in 6 ore (200 mm in 3 ore ?) con epicentro nelle zone Migliaro, Boschetto e Maristella; esondazione di cavi e rogge, aperti e in sotterraneo
14/09/1995	evento intenso su Cremona; (150 mm in un'ora ??)
16 – 17/10/1996	evento tipo 1995 più modesto; contributo danni Regione per 1 mld; 40 mm/mezz'ora, 135,4 mm in 6 ore
ottobre 1998	piena Po
17/10/2000	piena storica del Po, massimi livelli idrometrici secolari; sommerso Sommo con Porto
1/11/2002	grande piena del Po, esondazioni e allagamenti in corrispondenza con forti piogge e allagamenti in tutta la pianura
30/4/2009	piena del Po (livelli 1951)
21/9/2009	fenomeno piovoso con tipologia 1995 (88,4 mm in 8 ore; 95 mm in 10 ore)
5 – 6/05/2010	forti piogge nel Casalasco e medio Cremonese
15 – 16/06/2010	piogge intense con quasi 200 mm di pioggia in poche ore con allagamenti diffusi soprattutto ad est (Bonemerse e Malagnino) (220 mm totali; 161,2 mm in 8 ore)
10/9/2010	
novembre 2011	piena del Po con pochi danni
ottobre - novembre 2014	Importante piena del Po
novembre 2019, ottobre 2020	Significative piene recenti del Po con allagamenti diffusi prevalentemente nelle aree di valle, ma non solo

Le piene fluviali, accompagnate o no da forti piogge locali, sono più frequenti nella stagione autunnale, ed esclusive di questo periodo se si considerano gli eventi più importanti dell'intero periodo. Gli allagamenti per piogge intense localizzate, eventualmente anche relativamente brevi, possono invece verificarsi anche nella stagione primaverile, come nel caso dell'evento 31/5/1995 e degli episodi del maggio e giugno 2010.

Questi ultimi si sono verificati in anni relativamente recenti, in una fase di incremento delle indagini idrauliche destinate proprio a progettare soluzioni al rischio idraulico gravante su Cremona e sul Cremonese (paragrafi successivi) e sono state dunque monitorate più compiutamente.

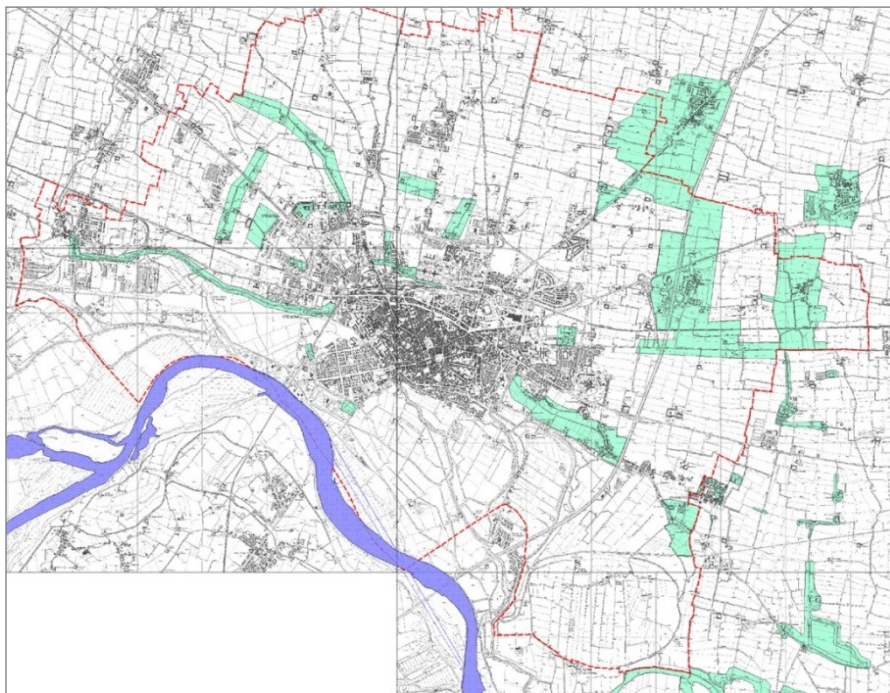


Fig. 2.43

Aree allagate nell'evento piovoso del giugno 2010

Le piogge del giugno 2010 hanno interessato, in particolare, la parte orientale del territorio comunale e i territori dei comuni più ad est e sud est di Cremona. Quanto verificatosi ha sollecitato l'avvio di una ulteriore fase di analisi dello stato di rischio idraulico in queste aree, finalizzato al riordino idrografico e alla individuazione di soluzioni di mitigazione dei problemi evidenziatisi (Provincia di Cremona).

## 2.5 Pianificazione di Bacino

### 2.5.1 PAI – Fasce fluviali e Zone I

La regolamentazione definitiva dei criteri di gestione delle aree sottoposte a rischio idraulico è stata introdotta nel bacino del Po con l'approvazione del Piano Stralcio Fasce fluviali – PSFF (DPCM 24/7/1998) da parte dell'Autorità di Bacino. Il Piano è destinato a ( da sito web ABPo):

- *definire il limite dell'alveo di piena e delle aree inondabili e individuare gli interventi di protezione dei centri abitati, delle infrastrutture e delle attività produttive che risultano a rischio;*
- *stabilire condizioni di equilibrio tra le esigenze di contenimento della piena, al fine della sicurezza della popolazione e dei luoghi, e di laminazione della stessa, in modo tale da non incrementare i deflussi nella rete idrografica a valle;*
- *salvaguardare e ampliare le aree naturali di esondazione;*
- *favorire l'evoluzione morfologica naturale dell'alveo, riducendo al minimo le interferenze antropiche sulla dinamica evolutiva;*

- favorire il recupero e il mantenimento i condizioni di naturalità, salvaguardando le aree sensibili e i sistemi di specifico interesse naturalistico e garantendo la continuità ecologica del sistema fluviale.

Il PSFF è confluito nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) all'atto dell'approvazione di quest'ultimo (Comitato Istituzionale, deliberazione n. 18 del 2001, DPCM 24/5/2001; Variante DPCM 10/12/2004).

Il PAI riunisce e coordina gli atti assunti con i precedenti Piani Stralcio, tra i quali assumono in questo caso particolare importanza il già ricordato PSFF e il c.d. PS 267.

Quest'ultimo, introdotto dal DL 180/1998, poi convertito in L.267/1998, definito "Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato" è uno strumento per gestire, per vie non ordinarie, le situazioni a più grave rischio idrogeologico presenti nel bacino.

Il Piano agisce con azioni di analisi e prevenzione, temporanee e/o passive, e con interventi diretti di riduzione dei rischi. Il PS 267 è stato approvato con deliberazione del Comitato Istituzionale di ABPo n. 14 del 26 ottobre 1999; con successive deliberazioni n. 20, in data 26 aprile 2001, e n. 5, del 3 marzo 2004, il Comitato istituzionale ne ha approvato un primo ed un secondo aggiornamento. La materia è disciplinata dal Titolo IV delle NdA del PAI (Elaborato 2, All. 4.1).

Per quanto riguarda il rischio idraulico connesso all'azione diretta del Po si fa riferimento al sistema di perimetrazione delle Fasce fluviali, direttamente derivato dal PSFF e soggetto a varianti in relazione alle modifiche introdotte successivamente al 2001.

La figura seguente riassume e ricorda i criteri di definizione delle fasce:

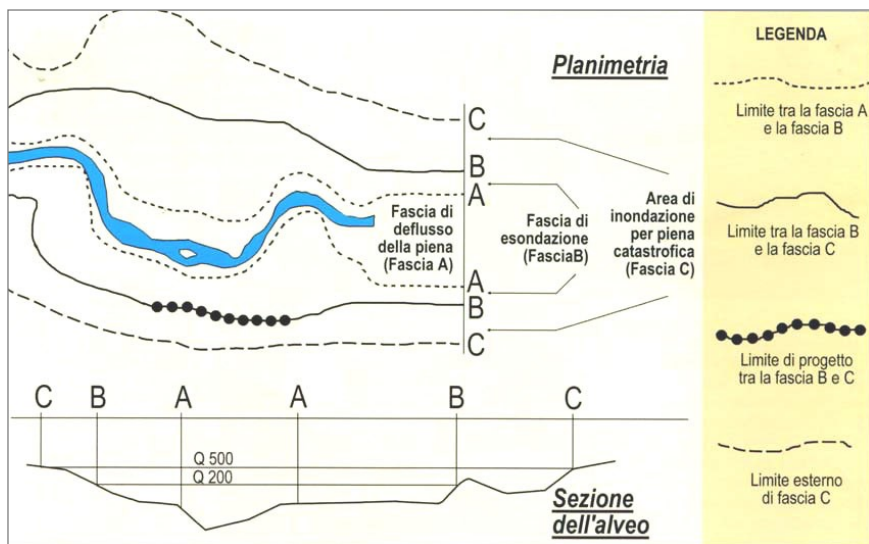


Fig. 2.44

Schema interpretativo per la definizione delle Fasce fluviali

Nel caso di Cremona la fascia C, corrispondente alle aree interessate da una eventuale piena catastrophica (500 anni), coincide, come ci si può aspettare, vista la storia del mezzo millennio precedente, all'intera valle del Po, fino alla scarpata principale che la separa dalle superfici della pianura, con la sola eccezione del Quartiere Po, esterno al limite inondabile.

Il limite esterno della fascia C, anche dove contorna il Quartiere Po, ma anche su tutto il bordo della valle Po è tuttavia molto grossolano e occorre venga adattato alle evidenze morfologiche dei luoghi. Ad essa è stata fatto coincidere il limite esterno della fascia di Scenario L del PGRA, che in questo modo ripropone lo stesso livello di approssimazione.

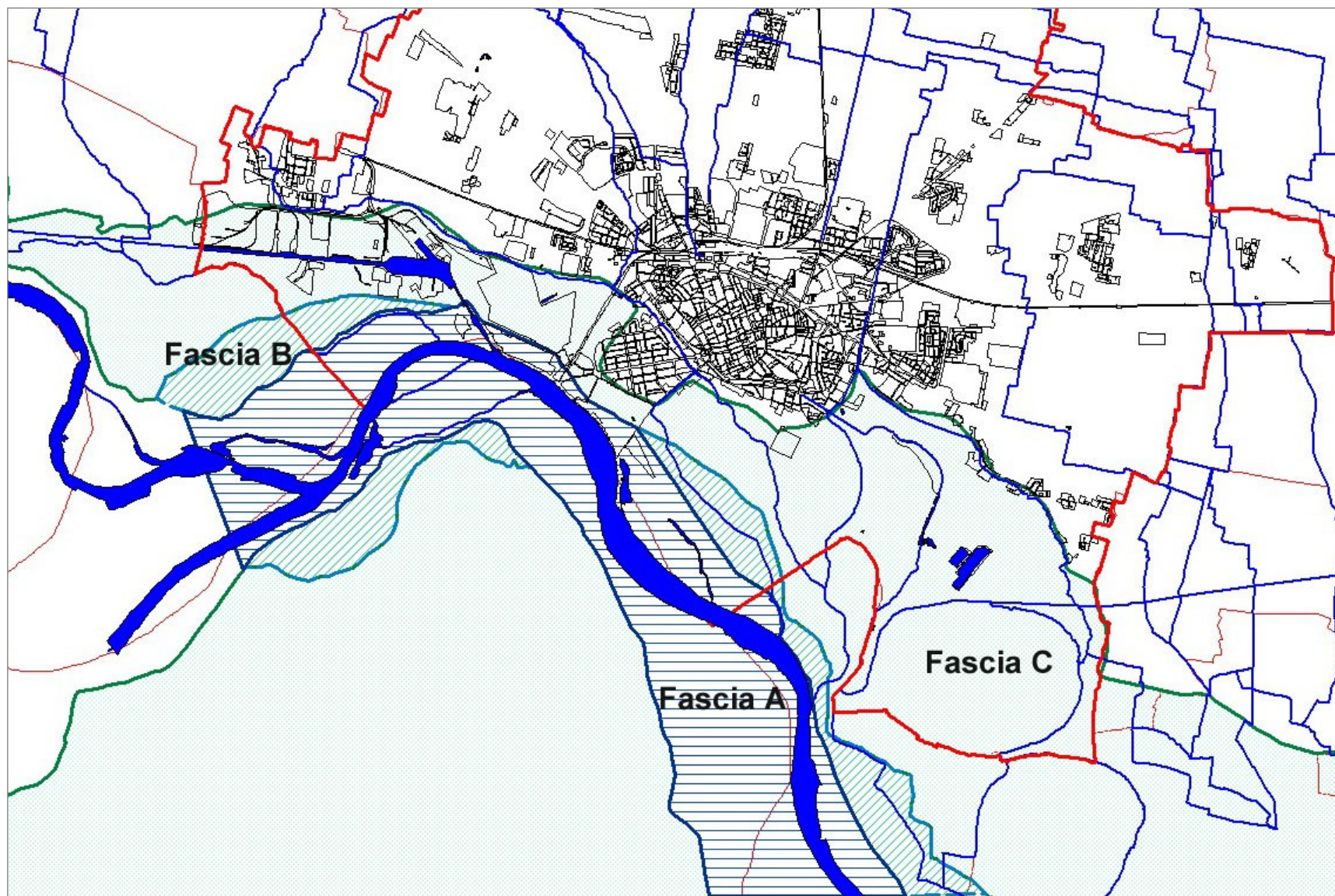


Fig. 2.45 Le Fasce fluviali secondo il PAI vigente

Per questo si è ritenuto il limite non adeguato a definire le aree sottoposte ad un modesto (statisticamente) rischio esondativo per rottura o tracimazione degli argini fluviali e da sostituirsi almeno con il limite morfologico naturale della valle, collocato al piede della scarpata del terrazzo della pianura. A proposito di questo, non trascurabile, tipo di rischio si veda anche il “Progetto strategico per il miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica dei territori di pianura lungo l’asta medio-inferiore del fiume Po” (Autorità di Bacino del Fiume Po luglio 2005) che tratta della vulnerabilità degli argini ai fenomeni di tracimazione, filtrazione, sifonamento e sfiancamento e della correlata vulnerabilità degli insediamenti golenali. Molto più recentemente, nell’ambito del II ciclo di revisione delle mappe del PGRA relative alle “Aree a potenziale rischio significativo” (APSFR), a partire dal 2021, l’Autorità Distrettuale Po ha adottato una prima valutazione delle aree inondabili complessive, anche per tracimazione e/o rottura di argini. Con il perfezionamento e futura approvazione di tali studi si andrà certamente a rivedere, precisare e probabilmente ampliare, il limite delle aree allagabili in caso di eventi eccezionali.

La Fascia B, interessata dalla esondazione di riferimento (Tr 200 anni), è stata sempre fatta coincidere con rilevati difensivi e occupa dunque porzioni più contenute in ambito di golena protetta, tra l’argine maestro e gli argini di golena. Manca completamente nella parte centrale della valle, in corrispondenza della ferrovia e di viale Po dove, come ricordato, anche la fascia C attuale si restringe notevolmente.

Infine, la Fascia A, di deflusso della piena di riferimento, coincide con la golena aperta ed occupa, sulla sola terraferma, su territorio di Cremona, una superficie di 2,8 km<sup>2</sup> circa.

Oltre alle aree il cui rischio idraulico e la cui gestione sono regolate dal PAI attraverso la preliminare delimitazione delle “fasce fluviali”, altre porzioni del territorio comunale sono assoggettate a speciale regime di salvaguardia in ragione di rischi idrogeologici elevati.

Le “Aree a rischio idrogeologico molto elevato” (Titolo IV NdA PAI – “aree 267”), sono state perimetrare sul territorio di Cremona, sia sulla pianura che in valle del Po, sulla base di specifici studi idrologici della fine anni ‘90 (si veda nel seguito) e formalizzate con il “Piano Stralcio di Integrazione del PAI” del 2004, anche allo scopo di favorire il finanziamento degli interventi di risanamento idraulico.

Le preesistenti incertezze riguardo alla reale estensione di queste aree e nel rapporto tra esse e le fasce fluviali PAI lungo il Po, sono state superate con la corretta attribuzione tipologica e della correlata vincolistica alle aree da assegnare alle Fasce PAI piuttosto che alle Zone I (figure alle pagine successive).

Gli studi sui problemi idraulici intrapresi dalla fine degli anni ‘90 si rifanno a precedenti proposte degli anni ‘50 – ‘60, tra le quali uno studio del 1954 degli ingg. Brugnoli, Caffi e Verdelli, relativo alla situazione di fatto della parte centro orientale della Provincia di Cremona. Tali proposte prevedevano la realizzazione di due scaricatori, uno in territorio bergamasco e il secondo a Genivolta che avrebbero dimezzato la dimensione delle superfici idraulicamente gravanti sulla città di Cremona (da 48.000 ettari a soli 22.000).

Inoltre, in quella occasione (1955), veniva già considerata la possibilità di realizzare un collettore a monte della città, di sbarramento delle portate derivanti da nord, con trasferimento delle portate

scolmate in Po a sud est della città, attraverso il Cavo Morta e l'apertura di un nuovo cavo scaricatore del Morbasco. Una funzione idraulica già storicamente assegnata al Dugali di Robecco, ma evidentemente insufficiente alla luce della evoluzione dell'assetto del territorio.

Successivamente alla rilevazione del 1995, che ha seguito e preceduto una serie di anni con eventi piovosi molto intensi e conseguenti allagamenti in città, un'altra mappa delle aree allagabili è stata redatta da G. Bassi per lo studio geologico per la variante al PRG 2002. La carta (Tav. 5 Studio Geologico 2002: Carta geologica applicata all'urbanistica) riporta le "Aree interessate da frequenti e sistematici allagamenti" secondo una distribuzione e ampiezza molto più ridotte rispetto alla carta 1995, indicative, probabilmente, delle sole situazioni sottoposte al fenomeno particolarmente di frequente.

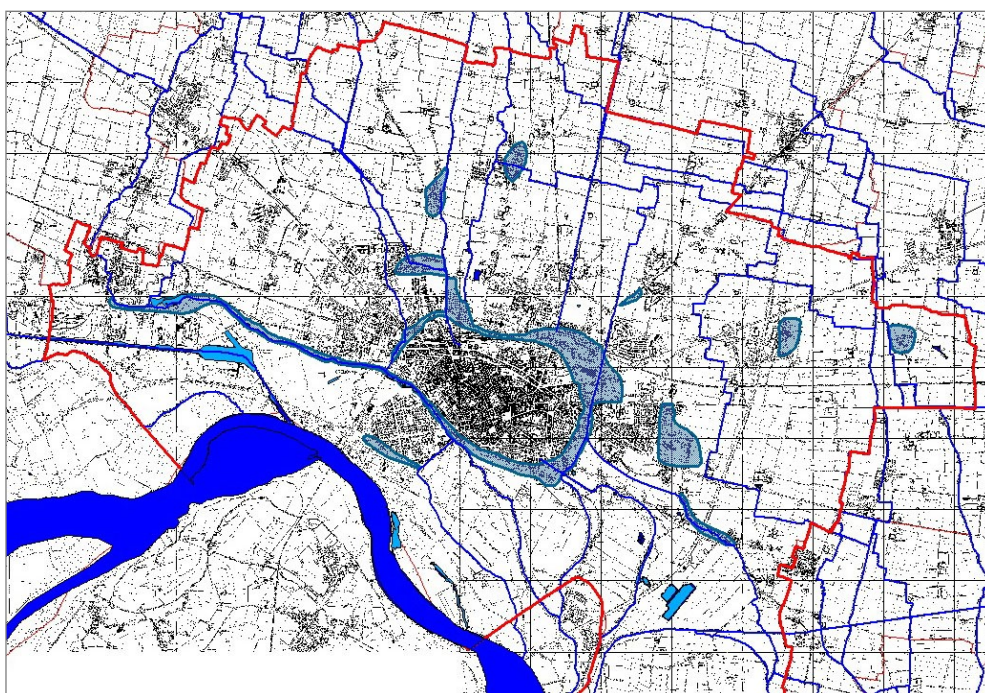


Fig. 2.46

Aree  
sistematicamente  
allagate secondo  
G. Bassi (Prg 2002)

Nello stesso periodo, nel 1999, sulla base del finanziamento della Legge 267 e dei relativi programmi urgenti ministeriali, veniva finanziato un primo lotto di interventi per il completamento della sistemazione idraulica prevista di aree di crisi, tra le quali quella di Cremona.

Nel corso del 1999 lo studio Polaris di Mantova, su incarico regionale, metteva a punto una "Perimetrazione delle aree a rischio idraulico e progetto preliminare del canale scolmatore a difesa della città di Cremona" (Relazione preliminare e Relazione del progetto preliminare, settembre e novembre 1999).

Lo studio riprende tutte le informazioni disponibili sulle aree di crisi idraulica in città, comprese le ipotesi del 1954 – 55 (Canale diversivo delle acque alte) e 1959 (scolmatori in area nord provincia ripresi poi nel 1960 dalla Provincia di Cremona), le relazioni e carte relative agli eventi del 1994, 1995 e 1996, documenti del Comune relativi al consolidamento di Cerca e Pippia (1981) ed altro.

Viene operata una prima partizione del territorio in sottobacini e calcolati tempi di corrivazione e portate di riferimento. Lo studio effettua anche diverse misure e verifiche idrauliche in specifiche sezioni della rete idrografica urbana e periurbana.

Viene alla fine rilevata la diffusa situazione di insufficienza e inadeguatezza al transito delle acque di piena di tutta la rete idrografica del territorio, anche con tempi di ritorno dell'ordine di 10 anni e viene avanzata la proposta di provvedere a tale emergenza con l'alleggerimento del carico idraulico proveniente da nord sulla città. Ciò sarebbe possibile con la realizzazione di uno scolmatore che cinga da nord ad est la città e scarichi nel Po le acque raccolte dai vari tributari intercettati.

Lo studio Polaris determina anche quali, tra le tante aree segnalate come allagabili, sono soggette a maggior rischio idraulico in futuro e dunque siano da ritenere a "rischio idraulico molto elevato", cioè corrispondenti alle zone I del PAI, soggette a rischio per eventi con tempo di ritorno  $T_r$  inferiore a 50 anni (Titolo V NdA del PAI).

Infine viene redatta una "Carta del Rischio" che tiene conto della reale utilizzazione delle aree per la definizione del rischio idraulico, secondo criteri concordati con Regione e Autorità di Bacino.

La legenda definisce, oltre alle aree storicamente inondate, corrispondenti alla carta 1995, le aree inondabili con  $T_r < 50$  anni e, all'interno di queste, le fasce con situazioni di maggiore rischio.

Sono definite: Zone inondabili in pianura con  $T_r < 50$  o ripetutamente esondate nel corso degli ultimi 30 anni con tirante d'acqua significativo e con velocità elevata.

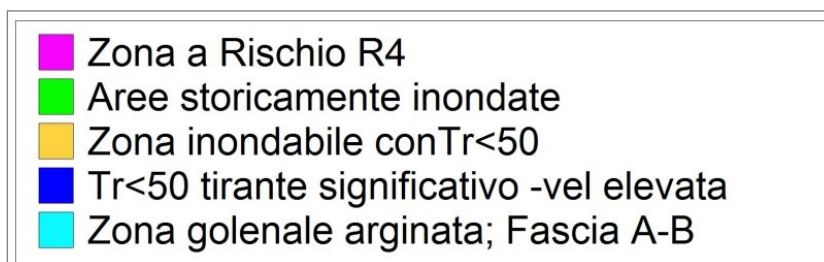


Fig. 2.47

Legenda della "Carta del Rischio" (Polaris – Regione Lombardia 9/1999)

Le aree a rischio R4 corrispondevano, secondo il "Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS 267 – L.267/1998) a zone di pericolosità H3 – H4 (nello specifico "Aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore a 50 anni o storicamente interessate con frequenza elevata negli ultimi 30 anni") ed effetti (Danno) medio, elevato o molto elevato. Attualmente, nella normativa di "valutazione e zonazione della pericolosità e del rischio da esondazione", come aggiornata nell'All. 4 della Dgr. 9/2616 – 2011 relativa agli studi geologici per i PGT, derivano dalla compresenza di livelli di pericolosità idraulica (battente + velocità di corrente) elevati o molto elevati (H3 e H4) e di situazioni di danno potenziale grave (E4). Si tratta di situazioni che, comunque, oggi sono ritenuti non compatibili con trasformazioni urbanistiche di qualunque tipo.

Nella legenda di fig. 4.47, vengono utilizzate definizioni del rischio in parte sovrapponibili e non univoche.

Lo scopo dell'indagine era presumibilmente sia quello di avviare l'iter amministrativo necessario ad eccedere ai finanziamenti della legge 267, sia quello di ripartire con la progettazione reale del canale di gronda a nord ed est della città.

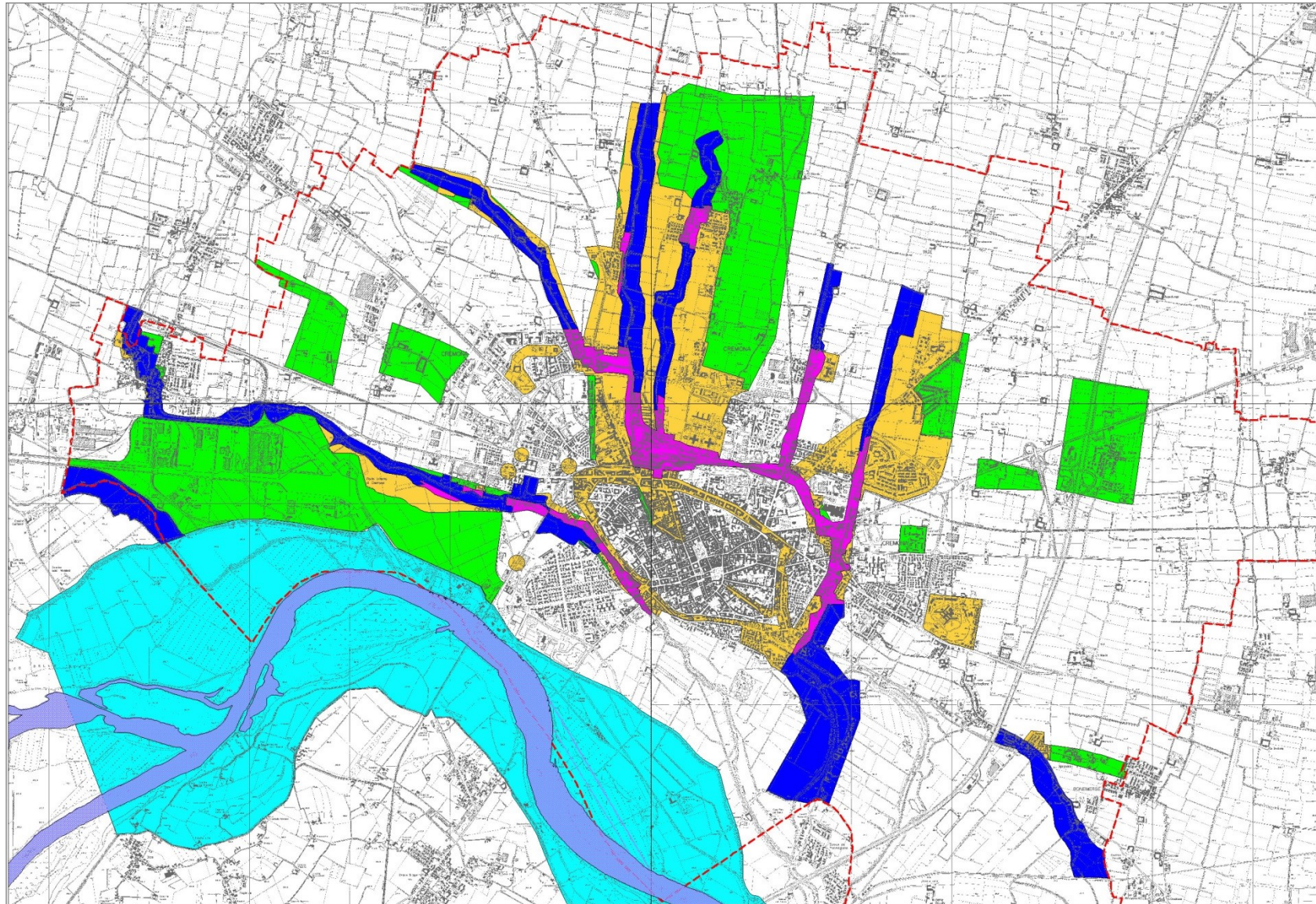


Fig. 2.48

Carta del Rischio  
(Polaris 1999)

Nelle carte originali (1999 – 2000 ?) dello studio geologico per la Variante del PRG, studio approvato nell'ottobre 2001, non c'è ancora traccia della delimitazione di queste aree derivate dalla Carta del Rischio di Polaris, mentre è presente, l'indicazione di altre aree allagabili frequentemente. Anche nel PRG 2002 non risulta fossero indicate le aree "267". Esse invece vengono riprese e formalizzate con il "Piano Stralcio di Integrazione del PAI" del 2004, dovendosi presumibilmente perfezionare l'iter amministrativo dei finanziamenti della legge 267, destinati a mettere mano effettivamente agli interventi di mitigazione del rischio.

Infine, negli elaborati del PGT 2009, (adozione 22/9/2008), le fasce "ad elevato rischio idrogeologico" vengono reinserite nella Carta di fattibilità geologica, ma non nella Carta di sintesi; documenti ricavati, con aggiornamenti e modifiche, dallo studio Bassi 2001.

Le aree 267 corrispondono ora alle Zone I del PAI (art. 51 NdA PAI) e sono ufficialmente definite nella cartografia della Autorità di Bacino. Sono rappresentate dall'insieme delle zone a rischio R4 e con eventi con  $Tr < 50$  della Carta del Rischio di Polaris. Nelle zone di valle, risultavano, come detto, limitate artificialmente al confine comunale o al bordo della fascia B PAI esistente o di un prolungamento di questa verso monte, lungo le valli del Riglio, del Morbasco e del Colo Morta.

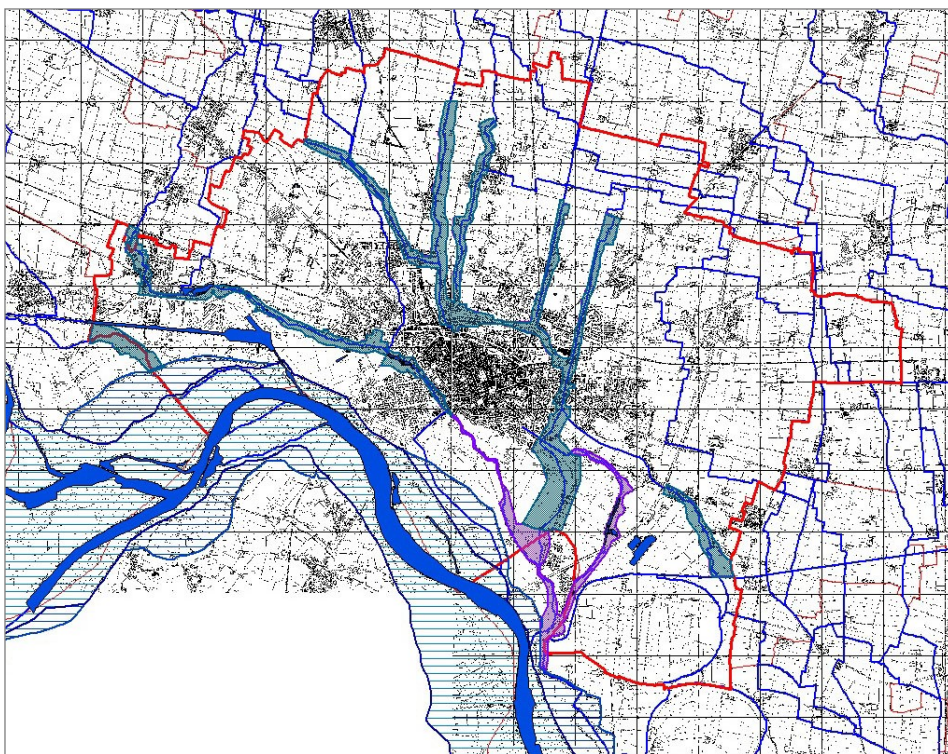


Fig. 2.49

Zone I PAI, fascia B PAI e suoi prolungamenti lungo il Cavo Morta e il Morbasco nella preesistente interpretazione 2009 (ABPo)

Si trattava di una situazione di ripiego, di non chiara interpretazione. Pertanto, secondo logica e norma, queste porzioni di valli con rischio idraulico noto, già indicate dalla Autorità di Bacino come "Zone F", sono state riclassificate, già nel PGT 2012 come zone I del PAI (art. 51 NdA PAI) e valutate con i criteri di queste, cioè sulla base di eventi con  $Tr > 50a$ .

Successivamente a tale aggiornamento, sono stati effettuati altri adeguamenti delle Zone I, sia per introdurre perimetrazioni di maggior dettaglio, sia per gli esiti di interventi infrastrutturali di riduzione del rischio idraulico. La descrizione degli esiti delle stesse sulla pericolosità e sul rischio idraulici è descritta al successivo paragrafo 2.6 e al Capitolo 7/Parte B (PAI-PGRA).

## 2.5.2 Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni

Del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), e del PAI, si occupa ampiamente il Capitolo 7 della presente relazione, e ad esso si rimanda per l'integrazione delle informazioni sintetiche qui anticipate.

Il Piano è stato adottato nel 2015 e approvato con Deliberazione 2/2016 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po. Nel 2021 ha completato il primo ciclo di revisione ed avviato il secondo ciclo 2021-27.

Il PGRA ha delimitato le aree allagabili in base a 3 classi di pericolosità idraulica e 4 classi di rischio, definite sulla base dell'incrocio della pericolosità con il danno potenziale, ricavato a sua volta dal tipo e valore del bene esposto per la sua vulnerabilità.

Le aree allagabili si riferiscono, nell'area di interesse, a due ambiti territoriali:

Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP); Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale (RSP);

Gli scenari di pericolosità sono così descritti:

aree P3 (H nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti; aree P2 (M nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti; aree P1(L nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni rare;”

Le mappe di rischio utilizzano invece 4 gradi di rischio crescente (R1 - rischio moderato o nullo, R2 - rischio medio, R3 - rischio elevato, R4 - rischio molto elevato).

Le mappe del PGRA previgente, aggiornato al 2019, hanno sancito, di fatto, il differente stato delle previsioni relative alle pericolosità e rischi idraulici nelle aree della Valle del Po e della pianura.

Nel caso del Reticolo Principale di pianura, cioè in valle Po, sono state effettuate nuove modellazioni che hanno introdotto poche modifiche alla geografia delle fasce PAI preesistenti. In ogni caso, queste nuove interpretazioni divengono efficaci e prevalenti rispetto a quelle PAI poiché ne assumono la pregnanza normativa, secondo quanto previsto dal Titolo V delle NdA del PAI e dalla normativa regionale di recepimento rappresentata dalla d.g.r. X/6738/2017.

Nelle aree di pianura (Ambito RSP) sono recepite le geometrie delle fasce di territorio classificate come “ad elevato rischio idrogeologico”, come Zone I del PAI (Titolo V art.51 delle NdA). Non sono invece state effettuate specifiche valutazioni nel resto del territorio, per il quale si sono recepiti i documenti esistenti e le informazioni dirette relative a fenomeni ed episodi di allagamento, già raccolte e pubblicate in gran parte, nelle varie edizioni degli studi comunali per la pianificazione.

Fino alle più recenti elaborazioni, predisposte per il Comune di Cremona tra 2021 e 2022 (Studio Telò, citati nell'elenco della precedente tabella 2.7) non risulta fossero state effettuate, al di fuori delle Zone del PAI, valutazioni specifiche e modellistiche di tipo idraulico che abbiano potuto confermare le varie osservazioni di campagna e che possano supportare le stime introdotte sui livelli di pericolosità e rischio presenti sulle superfici della pianura.

A conferma di ciò, si veda lo stralcio della Tabella 2 del rapporto del Distretto Fiume Po relativo alle APSFR di Regione Lombardia (Aree a Potenziale Rischio Significativo di alluvione) nell'ambito del II Ciclo di revisione del PGRA (2019). La tabella riguarda “Dati e strumenti per la valutazione dei tiranti idrici nelle APSFR”, aree che a Cremona sono identificate con gli allagamenti diffusi censiti nelle aree

di pianura. Riguardo al “Grado di confidenza” si classifica il dato “non attendibile” e nelle “Note” si aggiunge: “Sono stati richiesti i dati prodotti nell’ambito della valutazione di dettaglio della pericolosità e del rischio svolta a scala comunale che tuttavia non sono stati forniti”.

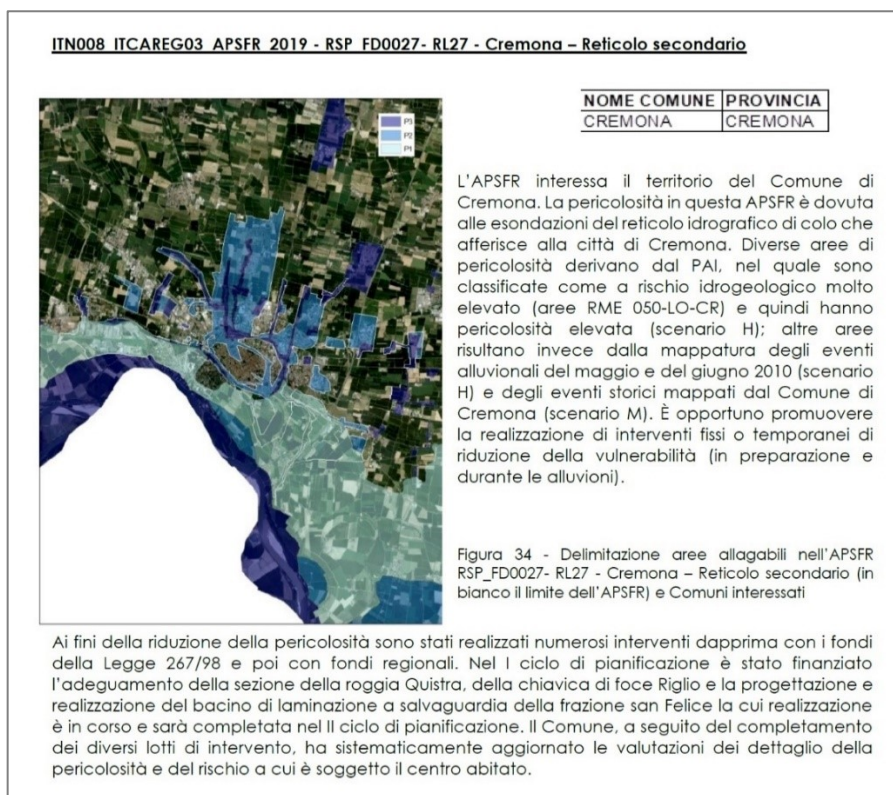


Fig.2.50

Descrizione della APSFR vigente a Cremona

Allo stato previgente, dunque, il PGRA dispone di tre differenti livelli di informazione:

- le aree di diversa pericolosità e rischio del reticolo principale (RP), in valle Po, grossomodo coincidenti con le fasce PAI, anche perché coincidenti, salvo il caso delle aree P3/H-Fascia C PAI, con rilevati arginali esistenti
- le aree di pianura classificate come Zone I del PAI ad elevato rischio idrogeologico
- le altre aree di pianura, nonché le aree di fondovalle dove interessate da pericolosità generate da reticolo secondario, classificate come aree P3/H e P2/M

La affidabilità di queste zonazioni è abbastanza consolidata nei primi due casi, assai meno nel terzo, come visto in precedenza.

La figura seguente riproduce lo stato di fatto previgente di pericolosità idraulica per l'intero territorio. Per la migliore lettura di queste informazioni si può fare riferimento alla documentazione cartografica dello studio geologico comunale nell'aggiornamento 2018, o anche alle Tavole 3, 4 e 5 dello “Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico (SCGRI)” (Studio Telò 2022), di recentissima elaborazione (Prodotti 9 e 10 dell'elenco di Tab2.7)

Nell'ambito vallivo del Po sono presenti entrambe le tipologie di pericolosità, quella connessa alle piene del Po e quella determinata dagli eventi esondativi dei corsi d'acqua minori, in particolare il Morbasco, il Cavo Cerca e il Colo Reale.

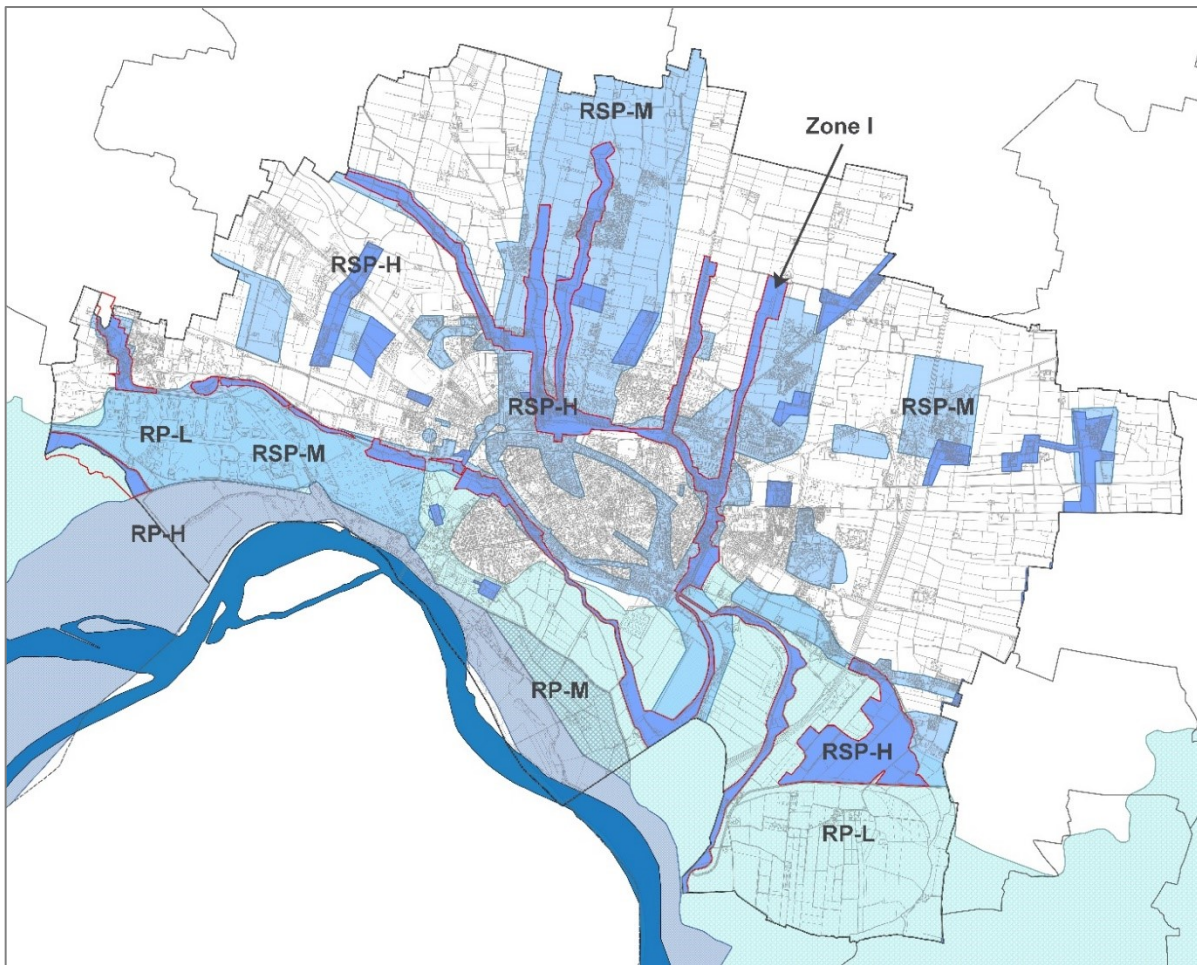


Fig. 2.51 Stato della pericolosità idraulica previgente (2018) da PGRA

La tabella seguente riassume i dati relativi alle superfici interessate dagli scenari H, M ed L di pericolosità idraulica. Si riferiscono all'ambito della Valle del Po, con riferimento al reticolo principale rappresentato dal Po, e ai corsi d'acqua dei reticoli minore e consortile che interessano sia gli ambiti di pianura, sia la valle fluviale. Le aree inondabili sono dunque, nel caso della valle del Po, parzialmente coincidenti e i valori complessivi, soprattutto delle pericolosità M, forniscono un risultato fuorviante, se considerato rispetto alla superficie comunale complessiva.

Pericolosità PGRA									
	H		M		L		Tot		
	m2	%	m2	%	m2	%	m2	%	
RP	3223086	4,6	962986	1,4	16667233	23,7	20853305	29,6	
RSP	7225826	10,3	24327721	34,6			31553547	44,8	
							52406852	74,5	
<b>Cremona</b>							<b>70371215</b>		

Tab. 2.8

E' bene in questa sede segnalare anche che l'Autorità di Bacino Distrettuale del Po sta completando l'iter di consultazione e perfezionamento del "Progetto di aggiornamento delle mappe delle aree

allagabili complessive relativo all'ambito delle APSFR distrettuali arginate Po, Parma, Enza, Secchia, Panaro e Reno", materia già adottata con il Decreto 44/2022 del Segretario Generale dell'ente. Si prende atto delle attività di revisione del PGRA con specifici aggiornamenti sulle aree arginate e con nuove valutazioni relative alle aree allagabili anche per tracimazione e rottura arginale.

Queste nuove operazioni modellistiche e di mappatura coinvolgono anche il tratto cremonese della Valle del Po e definiscono, in via ancora provvisoria, nuovi limiti delle aree esondabili in caso di eventi eccezionali che comportino danneggiamento o sormonto arginale.

Gli effetti di eventi del genere finirebbero per interessare porzioni assai maggiori delle attuali del territorio di Cremona, sia in valle che ai suoi margini, con interessamento di parti molto consistenti della città edificata.

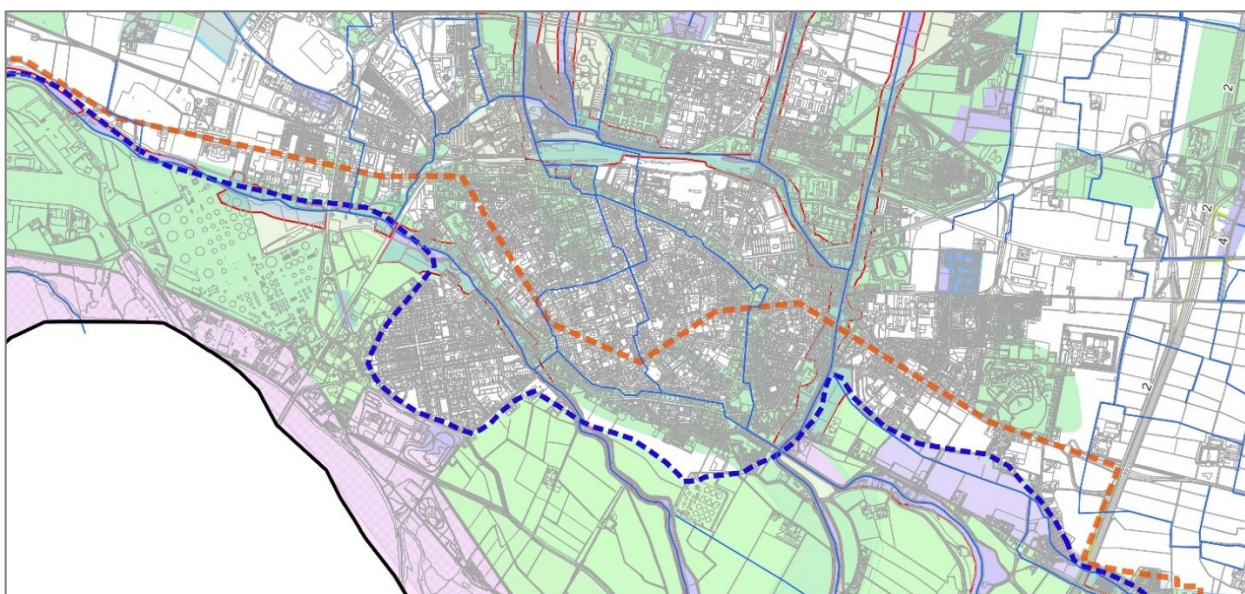


Fig. 2.52 In blu l'attuale limite della fascia C del PAI, coincidente con lo scenario degli eventi molto rari del PGRA (P1/L); in arancione il nuovo limite PGRA/PAI che si ipotizza rappresentato dagli scenari L ed M; in altri colori le aree di Cremona variamente interessate da possibili allagamenti

Il PGRA definisce anche i livelli di rischio idraulico che coinvolgono aree, elementi lineari e puntuali e località, in base al numero stimato di abitanti residenti. Il rischio idraulico è una grandezza sintetica che esprime l'impatto di un possibile evento alluvionale considerandone la pericolosità P (eventualità di accadimento e dimensione del fenomeno) e il danno arrecato D, funzione del valore dell'elemento esposto a rischio (E) per la sua vulnerabilità (V). La relazione è la seguente:

$$R = P*(E*V) \text{ con } E*V = D \text{ (danno).}$$

Pertanto, a parità di importanza dell'evento alluvionale, il rischio dipende sostanzialmente dall'oggetto o dal sito che viene colpito. Al Capitolo 7 della presente relazione, questi temi sono ripresi e sono riprodotte le matrici che, mettendo in relazione i fattori in gioco, determinano il peso del rischio. Codifica dei fattori (Pericolosità e Danno) e struttura delle matrici di incrocio sono differenti nei due ambiti geografici: pianura o valle fluviale (fig.7.20 in Cap.7 par.7.3.1).

Nel caso di Cremona i livelli di rischio R4, nella scala da 1 a 4, possono verificarsi nei soli ambiti RP, ed in effetti si riscontrano nella fascia prossima al Po (aree "canottieri"). Aree di rischio R3 sono

invece diffuse, oltre che in valle, in area golenale, anche in tutte le situazioni in cui una pericolosità idraulica P3/H interessa zone edificate e abitate nell'ambito del reticolo secondario di pianura RSP.

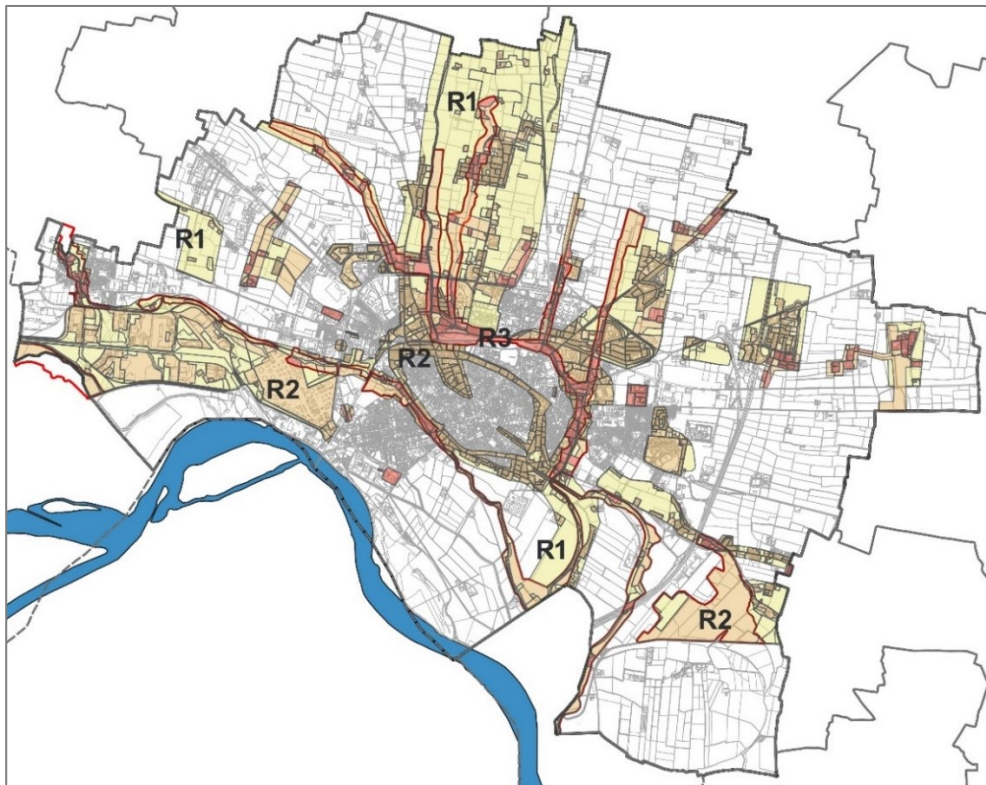
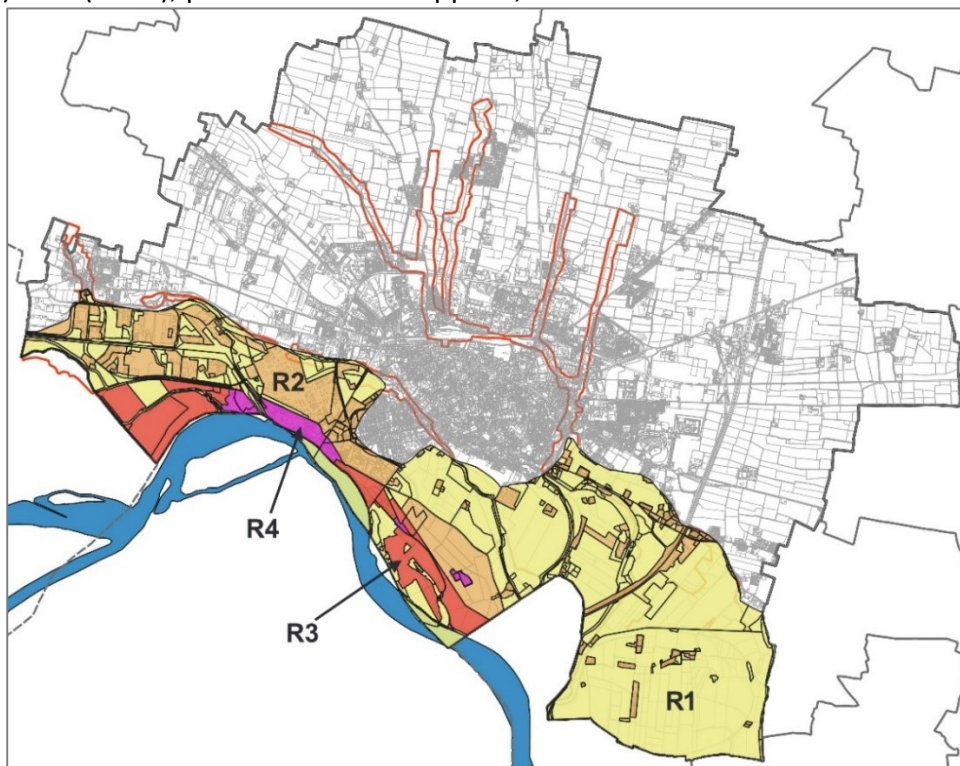


Fig. 2.53 – 2.54 Classificazione delle aree a diverso rischio idraulico negli ambiti RSP (sopra) e RP (sotto), parzialmente sovrapposti, secondo il PGRA



La tabella fornisce i dati relativi alle superfici interessate dai diversi livelli di rischio, rispetto all'insieme del territorio comunale, considerando l'intero territorio di Cremona, quindi comprese anche le superfici delle Zone I del PAI, "a rischio idrogeologico molto elevato"..

Rischio	2018		2023		variazione	
	m2	%	m2	%	m2	%2018
residuo	273229	15,0	117058	7,1		
R1	60	0,0	60	0,0	0	
R2	1104543	60,6	1193878	72,3	+89335	+4,9
R4	444873	24,4	339778	20,6	-105095	-5,8
tot	1549476		1533716		-15760	-1

Tab.2.9

## 2.6 Evoluzione e aggiornamento delle valutazioni di pericolosità e rischio idraulici

Come risulta dall'esame dell'elenco di indagini proposto alla precedente tabella 2.7, è dagli anni '90 che si sono sviluppate le principali analisi sul dissesto idrologico-idraulico dell'area di Cremona, e si sono proposte e realizzate a più riprese soluzioni tecniche e infrastrutturali.

Nel presente paragrafo si riassume brevemente la sequenza delle azioni degli ultimi 25 anni e si richiamano gli esiti di quelle più recenti, successive al 2018, che modificano il quadro previgente delle aree interessate da pericolosità e rischio idraulici. Per una adeguata informazione su metodi e risultati occorre naturalmente consultare report e carte originali dei lavori citati.

L'obiettivo delle prime indagini, a partire dallo studio "Polaris 1999", è stato inizialmente rivolto alla specifica ricerca di soluzioni di eliminazione o mitigazione del rischio, attraverso la progettazione di interventi infrastrutturali. Gli studi analizzano i nodi di insufficienza idraulica collocati lungo la rete idrica, i volumi esondabili e le soluzioni di mitigazione percorribili, anche se non sono stati chiamati a valutare, in dettaglio, la inondabilità dell'intero territorio comunale o delle parti di questo per le quali si abbia generica notizia di allagamenti.

Più recentemente, gli studi idrologico-idraulici hanno affrontato il tema della stima della pericolosità e del rischio idraulico ai fini della prevenzione del danno con gli strumenti della pianificazione urbanistica.

A questo scopo, come previsto dalle norme PAI (artt. 18, 49 e 51) e con le specifiche della Parte 3 e dell'Allegato 4 della DGR IX/2616/2011, l'Amministrazione Comunale ha provveduto alla zonazione delle condizioni di rischio all'interno delle Zone I ( "a rischio idrogeologico molto elevato") in precedenza citate, nella parte di queste compresa nel perimetro del centro edificato.

Sostanzialmente, un primo quadro sintetico della zonazione del rischio sul territorio comunale esiste, in una prima versione 1999 e in successivi aggiornamenti e adeguamenti fino ad oggi (2017), prevalentemente per le aree rappresentate dalle Zone I e nelle aree circostanti i corsi d'acqua principali e i nodi idraulici. Nella rimanente parte del territorio, escluso il caso della Valle Po, interessata dalle Fasce PAI, viene invece adottato un approccio cautelativo e semplificato alla stima areale del rischio, basato sulla rilevazione degli allagamenti prodottisi in un paio di eventi di eccezionale piovosità (1995 e 2010).

Questa situazione si è parzialmente modificata negli ultimi anni, soprattutto in relazione alla progettazione, realizzazione, e successivo potenziamento dello Scolmatore Quistra, opera da tempo attesa di deviazione delle portate in eccesso provenienti da nord della città. Con la attivazione di tale opera, dal 2017, e il suo successivo miglioramento, e con nuove valutazioni predisposte nel 2022 per lo “Studio comunale di gestione del rischio idraulico”, previsto dal regolamento regionale applicativo 7/2017, si sono attivate nuove verifiche idrauliche anche in aree non prossime alle Zone I. Ci si augura che sia avviato un processo di valutazione estensiva dei rischi idraulici che interessi tutte le aree del reticolo secondario di pianura, oggi limitate da sensibili vincoli idraulici.

### 2.6.1 Studi e progetti successivi al 1999

Come già accennato, lo studio Polaris, nella Relazione generale al Progetto preliminare (Polaris novembre 1999), individuava la soluzione progettuale adatta alla riduzione del rischio idraulico a carico della parte nord ed est della città, definendo il tracciato del previsto “canale scolmatore a difesa della città di Cremona”.

Lo scopo dello scolmatore da realizzare era quello di prelevare le portate in eccesso a nord di Cremona, che non possono transitare attraverso la rete urbana della città, e recapitarle ad est e sud dell’abitato fino allo scarico in Po, previo adeguamento e riqualificazione del Cavo Morta.

La soluzione considerata ideale riprendeva , grossomodo, le proposte degli anni ‘50 , cioè quelle di un canale di gronda sul lato est della città, proposto molto a ridosso dell’attuale abitato, poco a monte o a fianco della prevista tangenziale (1999). Un percorso del genere sarebbe stato in grado di intercettare la maggior quantità possibile di acque provenienti da monte lungo i corsi d’acqua principali: Naviglio Civico, Fregalino e Cavo Robecco.

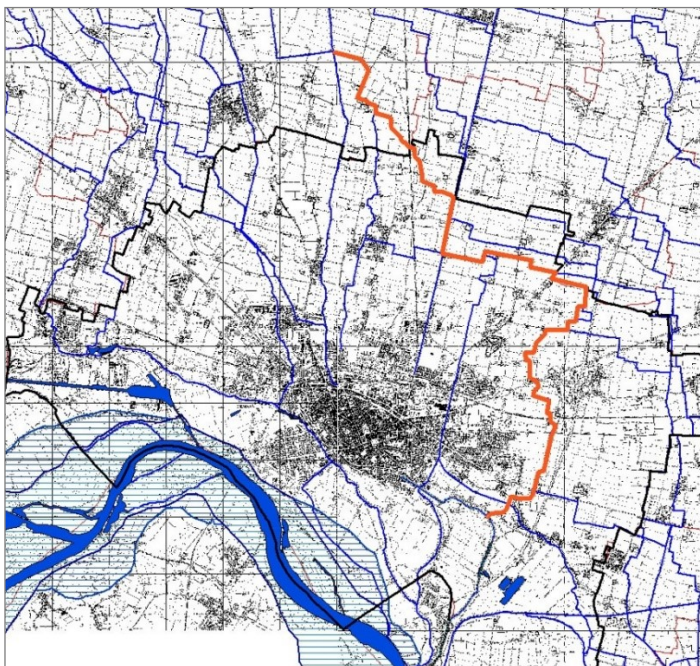


Fig. 2.54

Tracciato del canale scolmatore di nord – est nel progetto preliminare Polaris 1999

Nel caso di massima piena, dimensionata su Tr 200 anni, si prevedeva di prelevare ben 26 m<sup>3</sup>/s dal Naviglio e 20 dal Dugali di Robecco.

Infine si valutava la capacità di invaso della golena arginata del Colatore Morta, nel caso di esondazione di questa per chiusura della chiavica di accesso al Po, per condizioni di piena di questo. Il collegamento proposto nel 1999 non è stato però successivamente realizzato e solo dopo alcuni anni è stata ripresa la progettazione di opere in grado di alleggerire il carico idraulico su Cremona proveniente da nord.

La priorità è stata assegnata ad opere che possano ridurre le portate di piena del Torrente Morbasco, un corso d'acqua naturale che, a partire da Paderno Ponchielli, percorre la paleovalle dei Navigli per poi spostarsi ad est in un solco vallivo proprio che da Costa S. Abramo raggiunge Cavatigozzi, devia poi ad est lungo la base della scarpata di valle, subito a sud della città storica, lungo tracce di paleopercorsi del Po, per unirsi al Cavo Cerca e raggiungere il Po in territorio di Gerre de' Caprioli.

Il Morbasco, lungo circa 27 km, ha un bacino di 75 km<sup>2</sup>, in parte direttamente tributario del suo corso superiore, a monte di Cavatigozzi, in parte raccolto attraverso la rete fognaria della città di Cremona.

Un primo intervento di riduzione delle portate di colmo del torrente è effettuato nei primi anni del secolo con l'apertura dello scaricatore Malazzina. Si tratta di un canale totalmente tombato che, su un percorso di 1325 m, trasferisce acque di piena del Morbasco da monte di Cavatigozzi al Canale Navigabile e da questo, che attraversa con sifone, al Riglio. La portata che può defluire nel Riglio attraverso il canale Malazzina è di 6 – 7 m<sup>3</sup>/s, ma non risolve i problemi di insufficienza idraulica del Morbasco soprattutto nel tratto urbano.

Lo Studio Polaris, su incarico del Comune di Cremona del 2003, propone la realizzazione di un secondo canale scolmatore delle piene, da realizzare a valle di Cavatigozzi e a monte della città, che sia in grado di dirottare nel Canale Navigabile tutta la portata raccolta fino a quel punto (16 m<sup>3</sup>/s), così da consentire al Morbasco di smaltire gli elevati contributi degli affluenti successivi.



Fig. 2.55

Scaricatore Malazzina e secondo scaricatore del Morbasco

Si tratta di un tracciato di 575 m circa, interrato e parzialmente fuori terra, ricoperto dei materiali di scavo e rinverdito. La portata prevista dal Morbasco (10 m<sup>3</sup>) è derivata per mezzo di uno sbarramento a paratie mobili collocato dove il torrente, poco a valle di Cava Tigozzi, assume andamento ovest – est.

Successivamente alla progettazione dello scolmatore sul Morbasco, il Comune di Cremona ha ripreso la programmazione degli interventi di riduzione del rischio idraulico a nord della città, avviando una più ampia e approfondita analisi delle criticità ed una conseguente più impegnativa soluzione infrastrutturale. Questa, in sostanza riprende l'idea del canale di gronda a nord della città, ma lo colloca molto più a monte rispetto alle proposte 1955 e 1999, con scarico nell'Oglio piuttosto che nel Po.

Nel 2008 è stato affidato dal Comune di Cremona, tramite AEM, l'incarico allo Studio Telò, di Parma, per l'analisi degli aspetti idrologici e idraulici relativi allo stato del sistema idrologico complessivo e per la progettazione del canale scolmatore a nord di Cremona.

L'ipotesi progettuale riguarda il "Ripristino idrodinamico della Roggia Quistra quale scolmatore del canale Naviglio Civico a difesa della città di Cremona".

L'analisi del reticolo idrografico a nord – est di Cremona si compone di una ampia analisi idrologica e idraulica realizzata con modellistica specializzata e il supporto di 130 sezioni misurate sui corsi d'acqua principali, che sono: il Naviglio Civico, il Cavo Fregalino, il Dugali di Robecco e il Cavo Pippia, tutti destinati ad immettersi nel Cavo Cerca.

Con un'analisi idrologica preliminare lo studio individuava le portate massime sostenibili ai nodi di entrata in città del principale corpo idrico, cioè il Naviglio Civico: 15 m<sup>3</sup>/s alla sezione al ponte di Migliaro e 6 m<sup>3</sup>/s alla immissione del Naviglio nel Cavo cerca. Considerando un evento di tempo di ritorno pari a 100 anni, per piogge di diversa durata, lo studio individua le portate eccedenti le quantità convogliabili. La situazione più grave è quella della zona Cimitero dove già dopo un'ora di pioggia inizia la fase di esondazione .

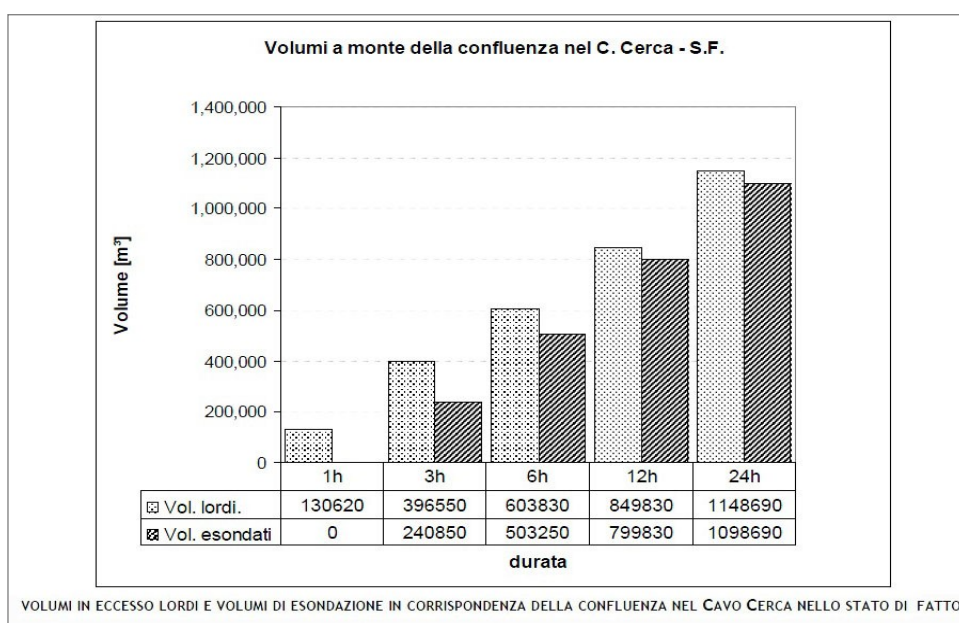


Fig. 2.56

*Volumi idrici del Naviglio Civico trasferiti ed esondati nello stato di fatto con evento di Tr 100 a*

Le valutazioni generali sulla collocazione dei nodi critici e sulle portate provenienti da ogni corpo idrico e, più in dettaglio, le stime dei volumi di esondazione, sono stati utilizzati per la conferma della scelta progettuale dello scolmatore a nord di Cremona e per valutare la configurazione di progetto dello stesso scolmatore; cioè per scegliere quali portate far defluire in esso in modo da ridurre significativamente le esondazioni ai nodi idraulici cittadini.

La scelta progettuale si è orientata, come già segnalato, verso l'utilizzazione di percorsi idrici già esistenti, con massima riduzione dei tratti da realizzare o ripristinare ex novo e, soprattutto, verso la diversa destinazione del recapito finale delle acque scolmate: in questo caso l'Oglio piuttosto che il Po. Per operare in questa direzione si è individuato un percorso dello scolmatore decisamente più a monte rispetto ai progetti precedenti (1955 e 1999).

Il progetto, completato e collaudato a fine 2017, prevedeva di derivare dal Naviglio, al confine tra Pozzaglio e Castelveverde, a 7,8 km circa a monte della sezione di Migliaro e 3,7 km a monte della presa del canale previsto nel 1999, una portata massima di 10 m<sup>3</sup>/s, rispetto alla portata di piena del Naviglio, prevista in quel punto in 12 m<sup>3</sup>/s. Naturalmente viene mantenuta la funzionalità piena dello scolmatore in Oglio realizzato a Genivolta negli anni '80.

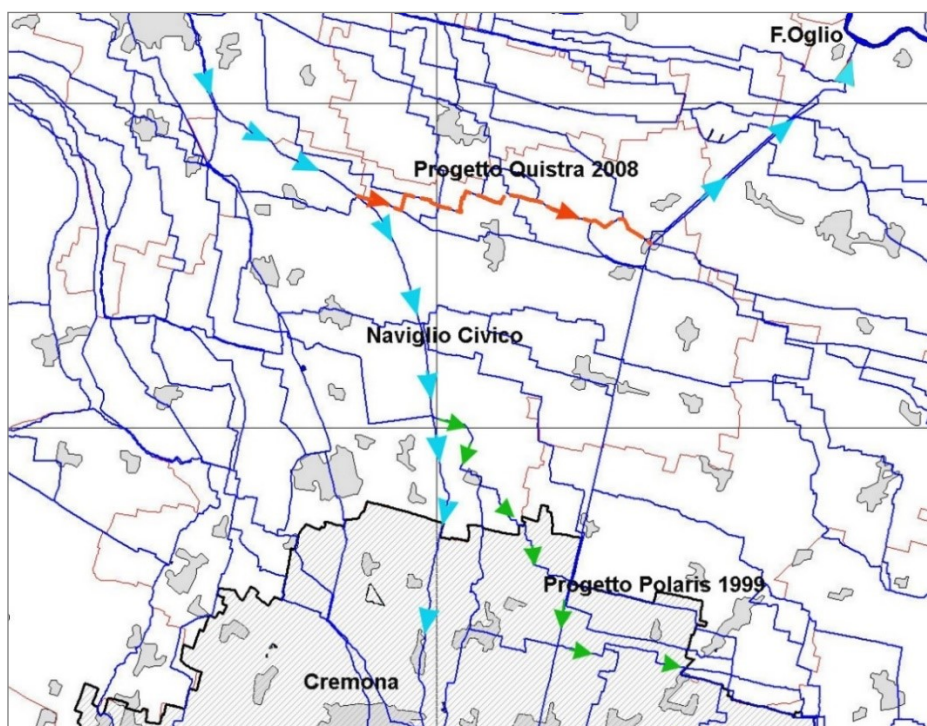


Fig. 2.57

Nuovo tracciato nord dello scolmatore delle acque di piena a nord di Cremona

Lo scolmatore passa dunque da portate di 1 – 3 m<sup>3</sup>/s a 10 m<sup>3</sup>/s, e raccoglie anche parte delle acque destinate al Cavo Robecco. L'adeguamento delle dimensioni di progetto della Quistra e del Cavo Grumone prevede larghezze del canale variabili tra 7 e 12 m e profondità di 2 – 4 m.

La scelta della portata di progetto è stata testata per valori diversi, fino a renderla in grado di ridurre in modo significativo le esondazioni ai nodi della rete di Cremona (Naviglio e Cerca).

Con la soluzione scelta (10 m<sup>3</sup>/s) si ottenevano vantaggi sostanziali ai nodi della rete urbana già descritti in precedenza. In particolare, nelle condizioni imposte (Tr 100a ed evento piovoso di 12 h)

verrebbero azzerate le portate di esondazione al nodo del Ponte di Migliaro e ridotte dell'80% quelle al nodo principale Naviglio – Cavo Cerca. Alle condizioni indicate risultava comunque un volume esondato di circa 178.000 m<sup>3</sup>. Portate in eccesso, e quindi locali esondazioni, si prevedevano anche agli altri nodi principali, cioè alla confluenza del Fregalino e del Cavo Robecco, nonché nel tratto più critico della Roggia Cavo.

## 2.6.2 Modifiche delle perimetrazioni di pericolosità e rischio

Nel seguito, si riassume la sequenza delle indagini che hanno riguardato le aree di elevata pericolosità idraulica nell'ambito di pertinenza del reticolo secondario di pianura, e si illustrano sinteticamente le variazioni dei livelli di pericolosità e rischio calcolati.

Le prime valutazioni del rischio idraulico realizzate e concluse da AEM spa (Studio Telò 2012) in accordo con la Amministrazione Comunale di Cremona, hanno riguardato le sole porzioni delle Zone I "ad elevato rischio idrogeologico" comprese nel perimetro del centro edificato (Nda PAI art. 51 commi 3, 4 e 5). Tale zonazione ha consentito alla Amministrazione Comunale, nell'ambito del PGT2012, di valutare le effettive condizioni di rischio nelle aree in questione, riducendo, quando ne sono state riscontrate le condizioni, i vincoli di sostanziale non trasformabilità dei suoli che altrimenti avrebbero gravato indistintamente sulle superfici così classificate dal PAI.

In ogni caso, tale regime vincolistico, assimilabile a quello in vigore nelle Fasce fluviali A del PAI, rimaneva invariato per le parti delle Zone I esterne ai centri edificati; queste ultime risultavano pari al 70,5% dell'estensione complessiva delle Zone I a Cremona. La valutazione del dettaglio del rischio idraulico aveva riguardato dunque, in questa prima fase, il 30% circa delle fasce al momento vincolate, cioè solo 1,6 km<sup>2</sup> del territorio comunale (2,3%).

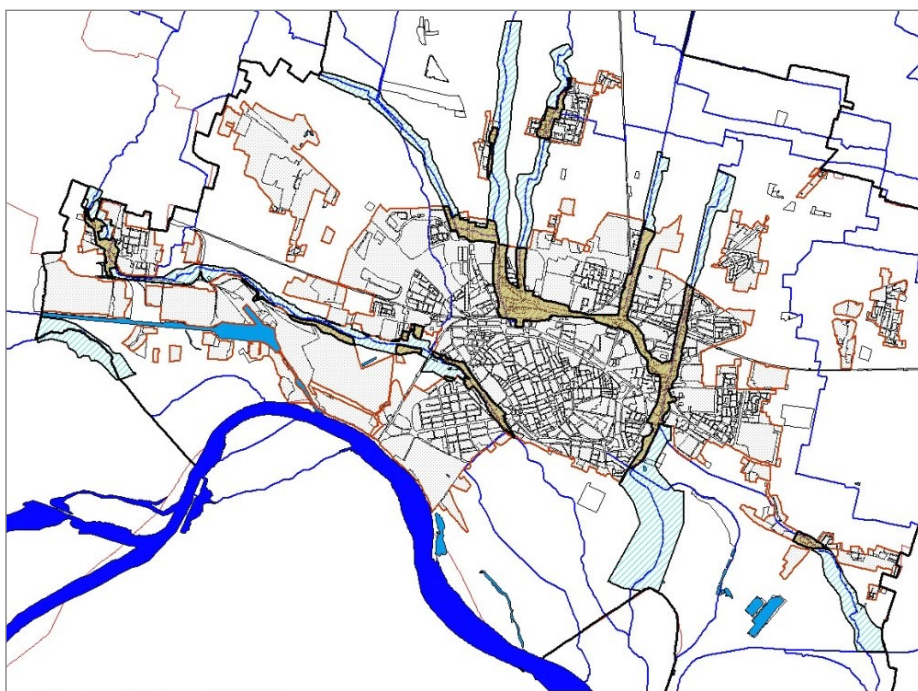


Fig. 2.58

Le Zone I e le parti interne ed esterne al Centro edificato al momento dello studio del 2011-12

Per l'illustrazione dei metodi adottati per la stima della pericolosità e del rischio idraulici (All. 4 della d.g.r. 2616/2011), dei risultati intermedi e finali, si può vedere l'elaborato originale licenziato in data settembre 2012 dallo Studio Telò per AEM e Comune di Cremona (VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO (ALLEGATO 4 – D.G.R. LOMBARDIA N. 2616/2011) ALL'INTERNO DELLE AREE CLASSIFICATE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO (L.N. 267/98) NEL COMUNE DI CREMONA – 2012). Esso riutilizza gran parte delle elaborazioni idrologiche nel tempo realizzate e le integra con dati nuovi in input, come sezioni planoaltimetriche di dettaglio e controlli in campo nei nodi di maggiore incertezza e nei tratti oggetto di simulazione modellistica. I corsi d'acqua e i tratti interessati dall'approfondimento di indagine e dalla successiva modellazione idrodinamica sono:

- Cavo Cerca (tratto di 6 km dal Naviglio Civico a via Giuseppina);
- Cavo Morbasco (intero percorso tra Casanova del Morbasco all'argine maestro del Po);
- Naviglio Civico (circa 10 km da nord di Castelveverde alla sezione tombata in corrispondenza della stazione ferroviaria di Cremona)
- Naviglio Robecco (circa 9 km dall'abitato di Brazzuoli alla confluenza nel Cavo Cerca);
- Roggia Cavo (tratto di circa 3 km a monte della confluenza nel Naviglio Civico);
- Cavo Fregalino del Boschetto (da monte dell'abitato di Boschetto al Cavo Cerca)
- Cavo Pippia (2,7 km dalla Cascina Biraga al Cavo Cerca);
- Cavo Reale (Reale e Fossadone fino al Po).

I risultati della modellazione venivano espressi in due tavole grafiche che rappresentano, separatamente, la distribuzione della pericolosità idraulica H e del rischio idraulico R.

La pericolosità era elaborata e rappresentata sull'intera area delle fasce I come perimetrata a partire dal PGT previgente e come formalmente depositate presso l'autorità regionale competente. Il rischio idraulico era invece rappresentato nelle sole aree comprese nel centro edificato, poiché solo in queste parti ha effetto la revisione del vincolo definito con la istituzione delle zone ad elevato rischio idrogeologico.

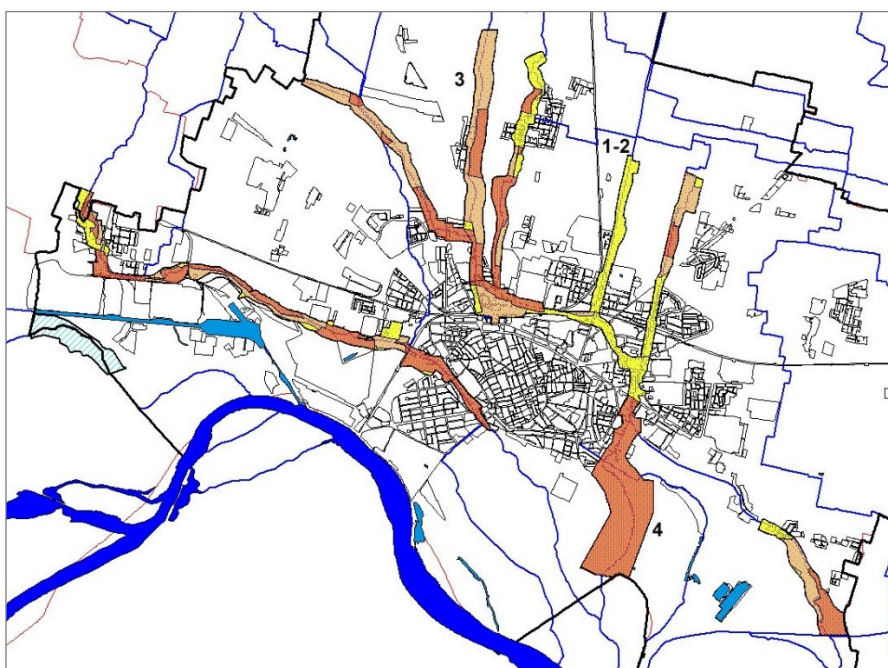


Fig. 2.59

Pericolosità  
idraulica nelle Zone I  
H4 (rosso)  
H3 (arancio)  
H1-2 (giallo)  
(stato 2012)

Si era comunque provveduto ad una serie di limitati aggiustamenti del limite delle stesse Zone I dove palesemente impreciso rispetto ad elementi noti e significativi della morfologia del territorio. Rispetto all'intera area delle Zone I, dentro e fuori del centro edificato, le parti classificate con pericolosità bassa, H1 e H2, rappresentavano una quota del 20%, le H3 il 30% e le H4 il 50 % del totale.

Relativamente, invece, al rischio, valutato sulle sole Zone I interne al centro abitato, si verificava una distribuzione molto simile per le classi R2 e R4, mentre la R3 rappresentava solo il 5% circa del totale sottoposto a valutazione.

Nel corso del 2012 è giunta a collaudo anche l'opera di derivazione destinata ad alleggerire le portate di piena del Morbasco all'altezza di Cavatigozzi, sulla base di una valutazione affidata allo Studio Telò da AEM-Comune di Cremona.

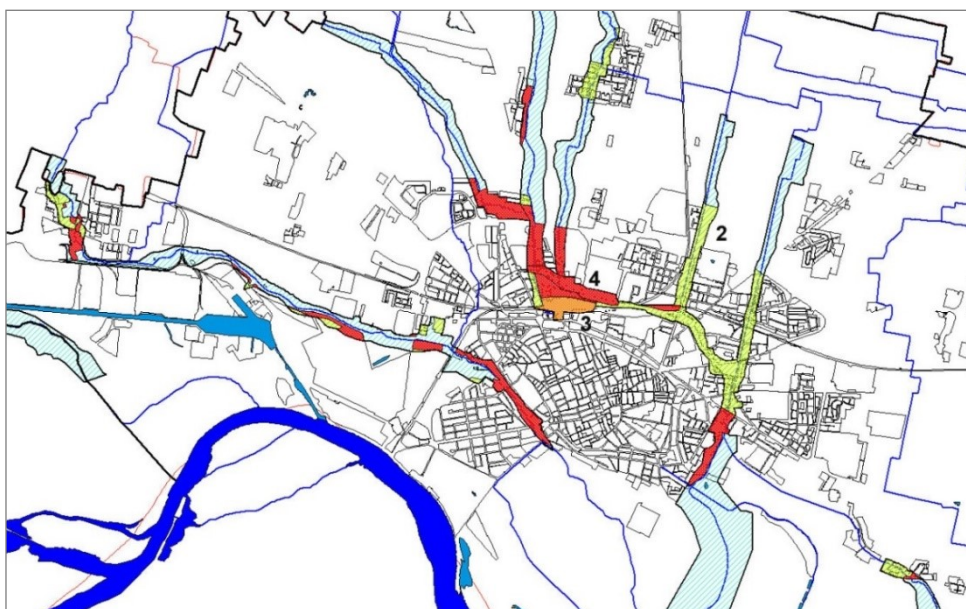


Fig. 2.60

Rischio idraulico nelle Zone I interne al centro edificato

R4 (rosso)  
R3 (arancio)  
R2 (giallo)  
R1 non significativo (stato 2012)

Le opere effettuate sul Colatore Morbasco, di cui si è già accennato in precedenza, sono consistite essenzialmente nella costruzione di uno scolmatore che allontana circa 10 m<sup>3</sup>/s di portata trasferendole dal Morbasco al Canale Navigabile, ubicato poco più di 500 m a sud. L'opera è posta a monte del tratto urbano, presso l'abitato di Cava Tigozzi.

L'alleggerimento delle portate entranti in città permette una ridefinizione delle Zone I sul Morbasco che si riducono in estensione, nel tratto a monte del ponte ferroviario, dai precedenti 77 Ha, a poco più di 45 Ha, e di ulteriori 0,4 Ha nel tratto tra il ponte citato e C.na del Lugo (via Trebbia).

Per quanto riguarda la parte a valle di Via del Sale, il perimetro della Zona I lungo il Morbasco è stato riportato a coincidere con elementi morfologici significativi già cartografati; lo stesso aggiustamento è avvenuto per le aree lungo il Cavo Morta (in figura 3 e 4) dove rimane impreciso il limite sul lato ex discarica di S.Rocco.

Anche per quanto riguarda il tratto del Cavo Cerca a valle della città, il limite di Zona I era stato riportato su confini più plausibili rappresentati da corpi arginali, con una riduzione di area di circa 75 Ha (Fig. 2.62)

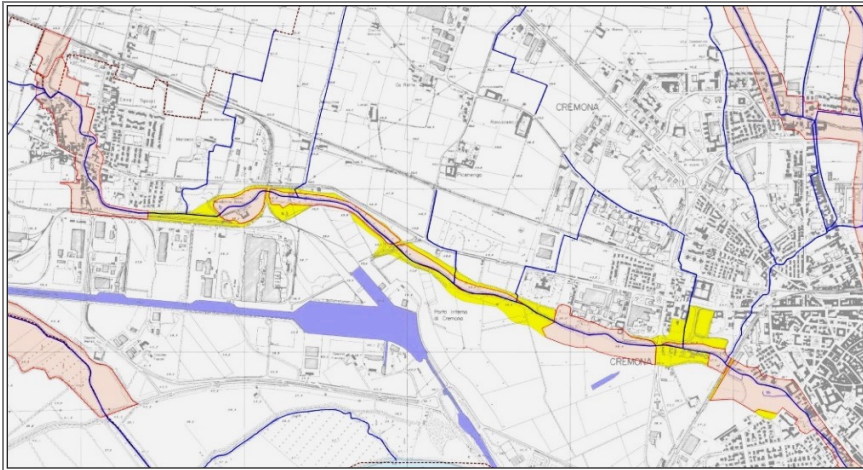


Fig. 2.61

Dettaglio della Zona I lungo il Morbasco  
In rosso le aree riperimstrate, in giallo le preesistenti

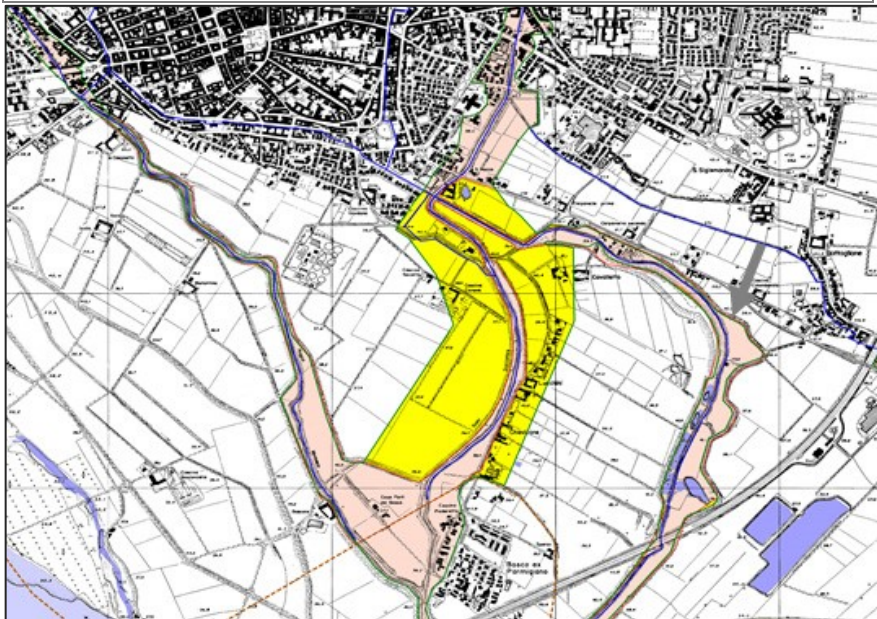


Fig. 2.62

Confronto tra i perimetri della Zona I nell'area a sud est del centro abitato. In questa zona la nuova perimetrazione (aree rosse) è in alcuni punti più ampia rispetto alla precedente (area gialla con perimetro verde), perché viene riportata su elementi geografici reali.

Un ulteriore stadio della revisione delle Zone I di Cremona è stato messo in atto con uno studio idraulico terminato nel 2015 e recepito in fattibilità geologica nel 2016. Lo studio, più precisamente, è finalizzato alla revisione della perimetrazione dell'area a rischio idrogeologico molto elevato (Zona I) lungo il Colo Reale, nel tratto in località Bagnara, tra l'Autostrada e il Canale Foce Morbasco.

Il tratto idrico oggetto di riperimetrazione idraulica raccoglie le acque provenienti dalla porzione sud orientale della città, oltre a drenare alcuni terreni agricoli posti tra la via S. Rocco e l'Ospedale, per immettersi più a sud nel Fossadone.

L'area del Colo Reale nel tratto considerato (tra l'autostrada A21 e il Canale di Foce Morbasco) è da sempre soggetta ad allagamenti; rientra pertanto tra le aree a Rischio idrogeologico molto elevato definite con lo Studio Polaris '99.

Nella zona del Cavo Reale, il perimetro della Zona I era già stato corretto in precedenza a fronte di una evidente incongruità con la morfologia dei luoghi.

In questo caso, la riperimetrazione della Zona I, effettuata attraverso apposito approfondimento idraulico, con stima per Tr 100 anni, ha proposto una nuova perimetrazione dell'area di esondazione del Cavo Reale nel tratto tra il tombotto autostradale e il canale di Foce Morbasco.

Nonostante l'estensione dell'area allagata sia maggiore rispetto alla definizione precedente (anche a causa del diverso Tempo di ritorno considerato) vengono interessate esclusivamente superfici non

edificate, a differenza della perimetrazione precedente che vedeva coinvolti edifici e strutture posti a quote non raggiungibili dalle piene.

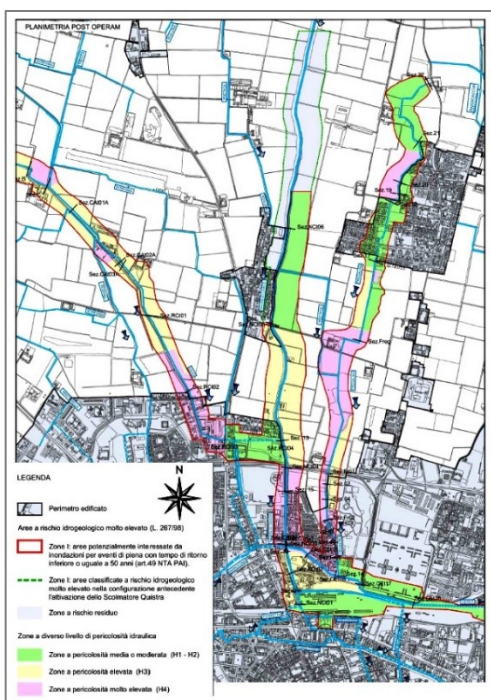


Fig.2.63 Area di revisione della Zona I del Colo Reale



Fig.2.64 Confronto tra l'estensione della nuova Zona I (in verde) e la situazione precedente (perimetro giallo)

Infine, nel 2017 è giunto a conclusione l'intervento di "Ripristino idrodinamico della Roggia Quistra quale scolmatore del canale Naviglio Civico a difesa della città di Cremona", il cui progetto è stato descritto in precedenza. Di conseguenza è stato anche completato lo studio di "Ridefinizione della pericolosità e del rischio idraulico all'interno delle aree classificate a rischio idrogeologico molto elevato (L.N. 267/98) del Comune di Cremona, secondo i disposti della DGR 2616/2011, a collaudo avvenuto dello Scolmatore Quistra" (Studio Telò 10/2017).



In questo caso, vengono modificate le aree a diversa pericolosità e rischio lungo i corsi d'acqua provenienti da nord, in particolare il Naviglio Civico e il Fregalino.

Fig. 2.65

Contorni delle Zone I del Naviglio e del Fregalino sottoposte a riclassificazione della pericolosità idraulica (Studio Telò 2017)

Lo stesso lavoro 2017, richiama (figura seguente ) il quadro attuale della configurazione delle Zone I a Rischio idrogeologico molto elevato e, insieme, propone un dettaglio maggiore delle aree esterne alle Zone I allagate nell'ultimo evento di forte piovosità del giugno 2010.

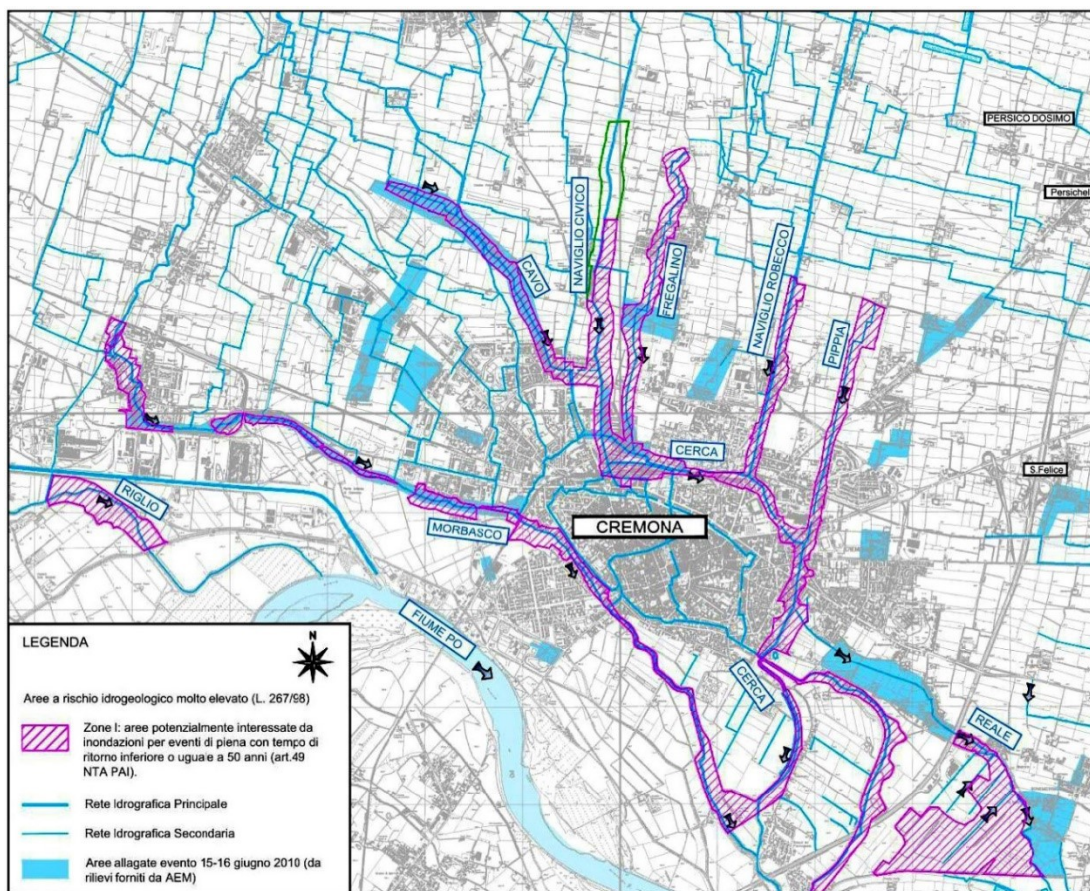


FIGURA 6-2 PLANIMETRIA DELLE AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO NELLA CONFIGURAZIONE POST ATTIVAZIONE DELLO SCOLMATORE QUISTRA E AREE ALLAGATE DURANTE L'EVENTO ALLUVIONALE CHE HA COLPITO L'ABITATO DI CREMONA NEL GIUGNO DEL 2010

Fig. 2.66 Estratto da lavoro originale Studio Telò – Comune di Cremona 2017

### 2.6.3 Interventi e approfondimenti 2019-2022

Lo scolmatore Quistra rappresenta un efficiente canali di gronda a difesa della città di Cremona dalle piene provenienti in particolare dal Naviglio Civico. Si è però constatato, soprattutto alla verifica degli eventi pluviometrici dell'autunno 2014, che il suo ulteriore potenziamento potrebbe limitare gli apporti provenienti dai tributari del Dugale Robecco, a vantaggio della città di Cremona ed anche di altre situazioni locali di crisi ad Olmeneta, Corte de' Frati, ecc. Per questo, sulla base dello studio "Adeguamento sezioni idrauliche del Canale Quistra a difesa del nodo idraulico di Cremona nei comuni di Pozzaglio ed Uniti e Corte de' Frati (Studio Telò per Consorzio DUNAS, 2021)", sono stati realizzati vari interventi di adeguamento funzionale nei territori dei comuni a nord di Cremona, conclusi e collaudati nel 2022 (si veda il lavoro originale).

A seguito di questi elementi di novità, nell'ambito della redazione dello "Studio comunale di gestione del rischio idraulico (SCGRI)" (R:R: 7/2017 "Invarianza idraulica"), è stata realizzata nel

2022 una nuova valutazione dello stato delle pericolosità idrauliche per l'intero territorio comunale, basato sui criteri dell'All.4 alla d.g.r.2616/2011, con successiva proposta di "ridefinizione delle pericolosità e del rischio nelle aree RME (Zone I)" (Studio Telò 2022, Comune di Cremona).

Gli obiettivi dello studio idraulico vengono così presentati nella relazione originale:

- **ATTIVITÀ 1:** Definizione dell'evento meteorico di riferimento per tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni;
- **ATTIVITÀ 2:** Individuazione dei ricettori che ricevono e smaltiscono le acque meteoriche di dilavamento;
- **ATTIVITÀ 3:** *Delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria:* in questa attività vengono esaminate le aree di pericolosità all'interno delle Zone I sia allo stato di fatto, sia allo stato di progetto in virtù dei lavori di potenziamento dello Scolmatore Quistra; inoltre, all'interno delle aree a rischio allagamento delineate dal PGRA, sono stati definiti i gradi di pericolosità attraverso le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/2011.
- **ATTIVITÀ 4:** *Mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT e nelle mappe del PGRA:* in questa attività è stata definita la mappa raffigurante le pericolosità idrauliche del territorio del comune di Cremona, allo stato di fatto e allo stato di progetto, sulla base dello studio condotto nell'attività precedente.

Relativamente alla analisi pluviometrica, calcolate le curve di possibilità pluviometrica per varie stazioni dell'area di interesse e verificato che si ottengono decrementi di valori pluviometrici, rispetto al periodo precedente quello considerato (2009-2021), soprattutto per episodi maggiori delle 3 ore, si preferisce utilizzare cautelativamente i dati del periodo 2009-12.

Riguardo ai "recettori" e alla rete di drenaggio urbano che se ne serve, lo studio propone una analisi idrografica in tre comparti distinti: comparti occidentale, settentrionale e orientale.

Nella Tavola 01 dello SCGRI è indicata, oltre alla rete idrografica, anche la rete dei "collettori fognari principali" gestiti da PadaniaAcque spa. Non sono però indicati i punti di contatto reale (scarichi, recapiti scolmatori, ...) tra le due reti.

Si vedano le rappresentazioni dei tre ambiti, riprese dalla relazione originale Studio Telò.



Fig.2.67

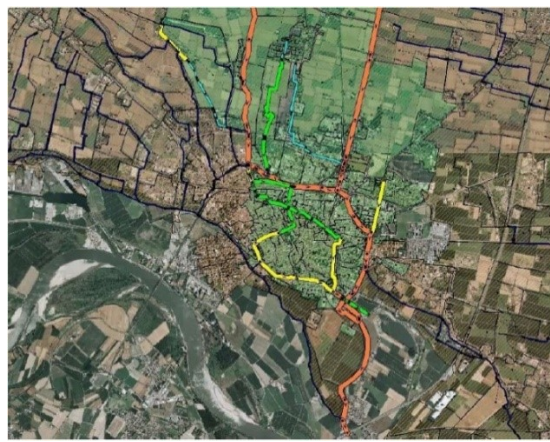


Fig.2.68

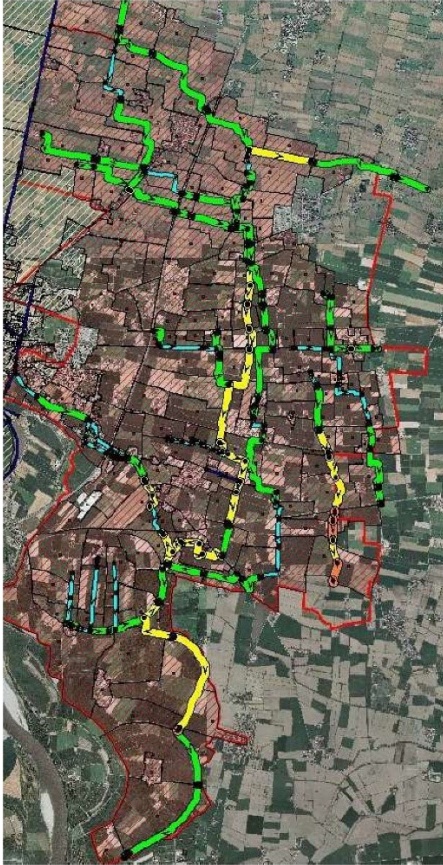


Fig.2.69

Il comparto occidentale è organizzato sul corso principale del Morbasco che riceve da nord le acque di vari corpi idrici con funzione di scolmatori e, a sud est della città, le portate del Cavo Cerca.

Il comparto nord vede la presenza dei due principali contributi del Naviglio Civico e del Robecco, entrambi raccolti dal fosso di gronda storico del Cavo Cerca e in parte dai recettori urbani Fossa Civica e Cremonella.

Il comparto est è più complesso, senza un corpo idrico di particolare importanza. Il bacino è organizzato attorno al corso artificiale del Fregalino-Bonetti-Fossadone fino allo scarico in Po.

Lo studio idraulico del SCGRI richiama la più recente cartografia del PGRA, fino alla ultima revisione 2019, le varie indagini per la migliore definizione in particolare delle Zone I e della loro pericolosità idraulica e, infine, anche la mappatura delle altre aree allagabili sul territorio della pianura. Da ricordare che queste derivano dalla sintesi delle osservazioni di campagna effettuate in occasione di pochi eventi piovosi importanti degli ultimi 30 anni.

Riguardo ai principali fattori di novità nella valutazione delle pericolosità idrauliche, oltre al ricordato potenziamento dello scolmatore Quistra, lo studio segnala le progettazioni e gli interventi in corso ad opera di Padania Acque per la riduzione degli allagamenti nel Quartiere San Felice. Gli effetti positivi delle opere di laminazione non sono però, in questo caso, inglobati ancora nella revisione delle mappe generali delle pericolosità.

La nuova mappatura e la nuova classificazione di pericolosità e rischio, basata sui metodi e criteri dell'All.4 alla d.g.r. 2616/2011, è dunque proposta sia nello studio idraulico citato, sia in apposito report dedicato però alle sole Zone I PAI (Proposta di ridefinizione della pericolosità e del rischio idraulico nelle aree RME), sia nella relazione finale dello SCGRI.

L'analisi della nuova situazione di pericolosità e rischio è illustrata al Capitolo 7 PAI-PGRA, sia relativamente alle sole aree comprese nelle Zone I, sia al resto del territorio.

Le opere realizzate e le nuove valutazioni hanno infatti permesso di modificare, in genere in senso favorevole alla sicurezza, le previsioni di esondazione e il quadro delle pericolosità idrauliche anche di varie porzioni di pianura, in genere prossime ai corsi d'acqua. Da queste dipende poi direttamente la classificazione del rischio, con i criteri previsti dalla normativa regionale.

Nei report sopra citati si illustrano sinteticamente le variazioni dello stato di pericolosità nelle Zone I, anche se la Tav.04 dello SCGR è definita “Aggiornamento Pericolosità CR”.

Escluse le Zone I, la situazione appare quella rappresentata nella figura seguente, ricavata dal GIS del progetto.

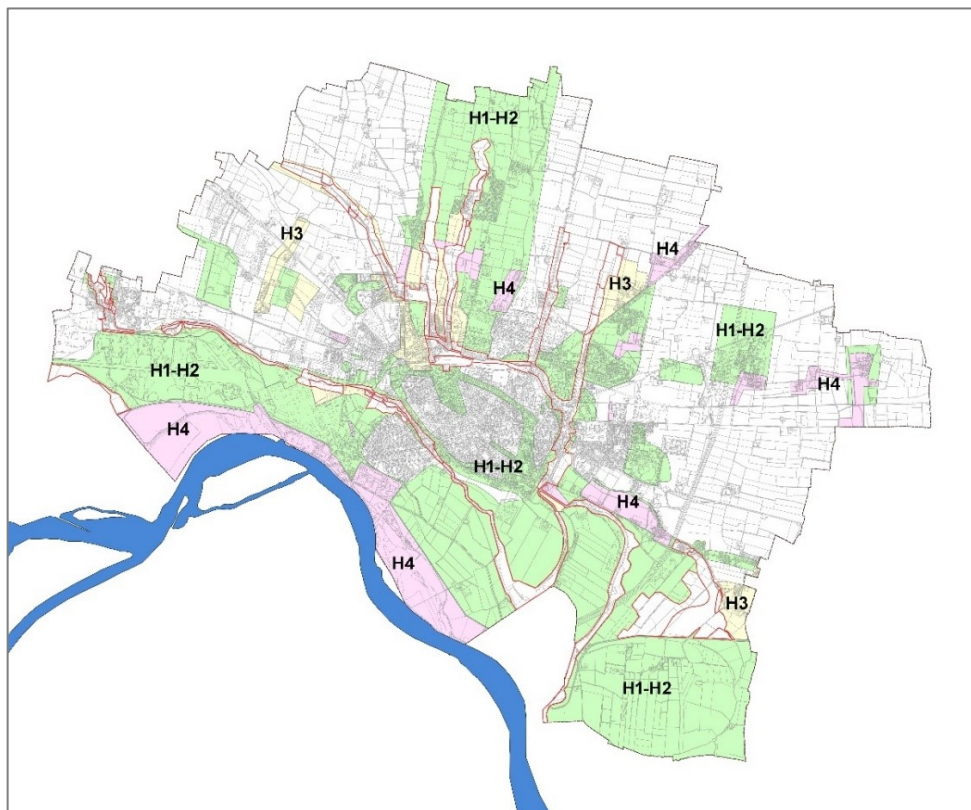


Fig.2.70

Pericolosità idraulica complessiva, secondo la mappatura 2023 sec. All.4 DGR 2616/2011

Da confrontare con la figura 2.51 relativa alle pericolosità secondo PGRA

Si possono evidenziare alcuni aspetti: la gran parte delle aree interessate da possibili allagamenti sulle superfici della pianura presenta una pericolosità media o moderata H1-H2 e genera livelli di rischio basso R1 o R2, anche nel caso di danno potenziale significativo. Queste aree sono associate allo scenario P2/M del PGRA, in funzione della possibile frequenza degli eventi, anche se di lieve entità. Le aree di pericolosità H3 corrispondono in parte a poligoni P2/M del PGRA o a poligoni P3/H. In ogni caso le pericolosità H3, in presenza di insediamenti e impianti antropici, genera un livello massimo di rischio idraulico (R4) corrispondente al rischio R3 secondo la matrice di valutazione PGRA. Si tratta di un livello di rischio comunque ancora compatibile con interventi trasformativi, visto che ci si riferisce ad un reticolo idrico secondario di tipo “consortile” (non naturale), ma solo con specifici accorgimenti di verifica e mitigazione.

La tabella successiva propone alcuni dati relativi alle superfici occupate sul territorio di Cremona, esclusi tutti i poligoni a “rischio idrogeologico molto elevato (Zone I). Occorre tenere conto, nei calcoli, che in Valle Po, i poligoni delle pericolosità dovuti al reticolo minore si sovrappongono a quelli del reticolo principale.

Pericolosità escluse Zone I			
	PGRA		All.4/2616
	RP	RSP	Peric.2022
<b>H</b>	3441147	19003243	
<b>M</b>	4404139	1906526	
<b>L</b>	18712475		
<b>H1-H2</b>			24830003
<b>H3</b>			2463291
<b>H4</b>			5457694
<b>tot</b>	26557761	20909769	32750988
<b>%</b>	40,8	32,1	50,3
<b>Cremona</b>	70371191	Zone I	5215107

Tab.2.10

Valori in m2 delle aree di varia pericolosità idraulica (scenari H, M ed L del PGRA) e secondo l'All.4 dgr2616/2011 (pericolosità da H1 a H4)

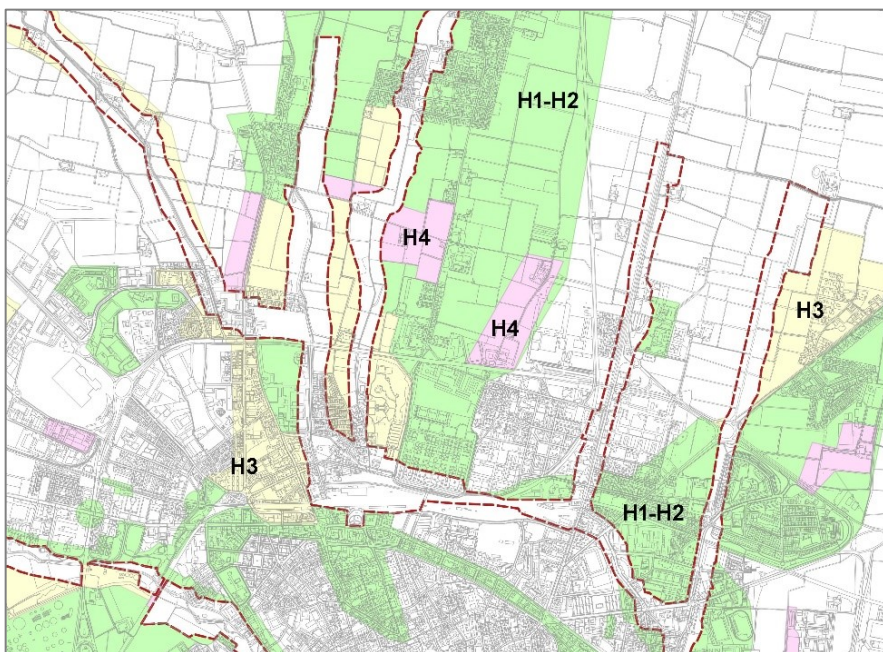


Fig.2.71

Lo stato della pericolosità idraulica nel centro cittadino, valutato con i criteri dell'All.4 dgr 2616/2011. Permangono alcune aree di pericolosità H4 anche all'esterno delle Zone I, ma si riduce complessivamente il livello di pericolosità.

Sulla base della mappatura della pericolosità, anche al di fuori delle Zone I, è anche possibile effettuare una stima del rischio idraulico che aggiorni/modifichi quella base che il PGRA elabora classificando elementi poligonali, qui considerati, e poi elementi lineari (es. assi stradali), puntuali (insediamenti di svariate tipologie e valore), e dati insediativi (numero medio abitanti per cella considerata).

Qui si considera il dato di maggiore interesse e significato, cioè il livello di rischio areale.

Tenuto conto delle specifiche prescrizioni introdotte dalla d.g.r. 6738/2017 per le aree a diverso livello di rischio idraulico, come ricavato dalla relazione tra pericolosità e danno, e inoltre come diversamente classificato negli ambiti RSP (Reticolo Secondario di Pianura) e RP (Reticolo Principale), si può esplicitare e rappresentare la situazione che si determina a carico, in particolare, delle aree edificate.

In realtà, la d.g.r. 6738 non fornisce una definizione precisa dell'“edificato esposto a rischio” perché si riferisce genericamente alle “aree già edificate” sulla base di riprese aeree, nello specifico, le immagini AGEA 2015, che ritraggono la situazione ormai di 8 anni fa. Fino a poco tempo fa, si faceva riferimento alla definizione di “centro edificato”, fissata dall'art.18 della l.865/1971, così come utilizzato anche dall'art.39 delle N.d.A del PAI. Più recentemente, Regione Lombardia, e disposizioni diverse a livello locale, hanno proposto, il concetto di Tessuto Urbano Consolidato (TUC), definito all'art.10 della l.r.12/05, nei seguenti termini: *“Il Piano delle Regole:... definisce gli ambiti del tessuto urbano consolidato, quali insieme delle parti di territorio su cui è già avvenuta l'edificazione o la trasformazione dei suoli, comprendendo in essi le aree libere intercluse o di completamento”*.

Si individuano così aree un po' più ampie del semplice “costruito” anche se in genere non comprensive dei piccoli insediamenti e degli edifici isolati, come del resto nel caso del “centro edificato”. L'uso delle aree del TUC, inizialmente ritenuto accettabile, è ritenuto non corretto da Regione Lombardia che, peraltro, non fornisce indirizzi adeguati ad evitare sensibili future difformità nella definizione del “costruito”, e conseguenti possibili contenziosi.

Nel caso in oggetto è stato ridisegnato ex novo l'insieme delle aree edificate, comprensive di giardini, aree pertinenziali e margini, con interpretazione necessariamente soggettiva, verificando che queste occupano oltre il 30% (30,65) dell'intero territorio comunale, ma che solo uno dei 133 poligoni in cui l'edificato è frammentato, vale il 27,7%.

E' stata effettuata una verifica dei risultati che si ottengono, in entrambi gli ambiti, RSP ed RP, rappresentando e sommando le aree a rischio idraulico significativo secondo il PGRA (vedere in Cap. 2 Idrografia e idraulica, par.2.5.2 fig. 2.53 e 2.54 e Cap. 7 PAI-PGRA) e secondo l'ultima stima della pericolosità idraulica sull'intero territorio comunale, secondo l'All. 4 d.g.r. 2616/2011. Dalla verifica sono escluse le Zone I che seguono propri criteri di valutazione più restrittivi.

Sono state confrontate separatamente le superfici R4 dell'ambito RP, sia da PGRA che da “pericolosità All.4”; e le superfici R3 -PGRA e R4-All.4 dell'ambito RSP.

Le aree a rischio del PGRA-RSP, sono state, peraltro, preventivamente corrette dove l'analisi della pericolosità ha ridotto la stima ai livelli H1-H2 e dove la stessa analisi ha modificato la forma dei poligoni P3/H del PGRA.

Fatte queste correzioni, si ricava che in ambito RP, le aree R4 sono rappresentate ora da 3 soli poligoni, per 0,576 km<sup>2</sup> circa di aree parte degli scenari M ed H del PGRA e delle fasce A e B del PAI (il 13% circa). Nell'ambito RSP, le aree a rischio R4 da pericolosità calcolata e R3 del PGRA secondo la pericolosità calcolata, occupano 1,768 km<sup>2</sup>, distribuiti in 17 poligoni, anche molto piccoli, equivalente al 40 % dell'insieme delle superfici a pericolosità H3 e H4, escluse le Zone I, che valgono 4,486 km<sup>2</sup>.

Nella figura seguente sono rappresentate le superfici somma delle due interpretazioni, nei due ambienti RP e RSP, e ad esse è sovrapposta la retinatura che rappresenta tutti gli ambiti e i nuclei edificati, secondo i criteri ampi utilizzati, comprensivi di impianti, magazzini, giardini, strade, se confinanti, aree verdi di pertinenza ed altro.

Risulta che pressoché tutte le aree ad alto rischio, come classificate con le due metodologie, sono comprese nell'edificato nella definizione più estesa che è stata infine utilizzata.

Nel caso dell'ambito RSP, la fusione delle aree R3 e R4 vale circa il 2,5 % del territorio comunale. Nell'ambito RP le superfici coinvolte valgono lo 0,82 % del totale territoriale.

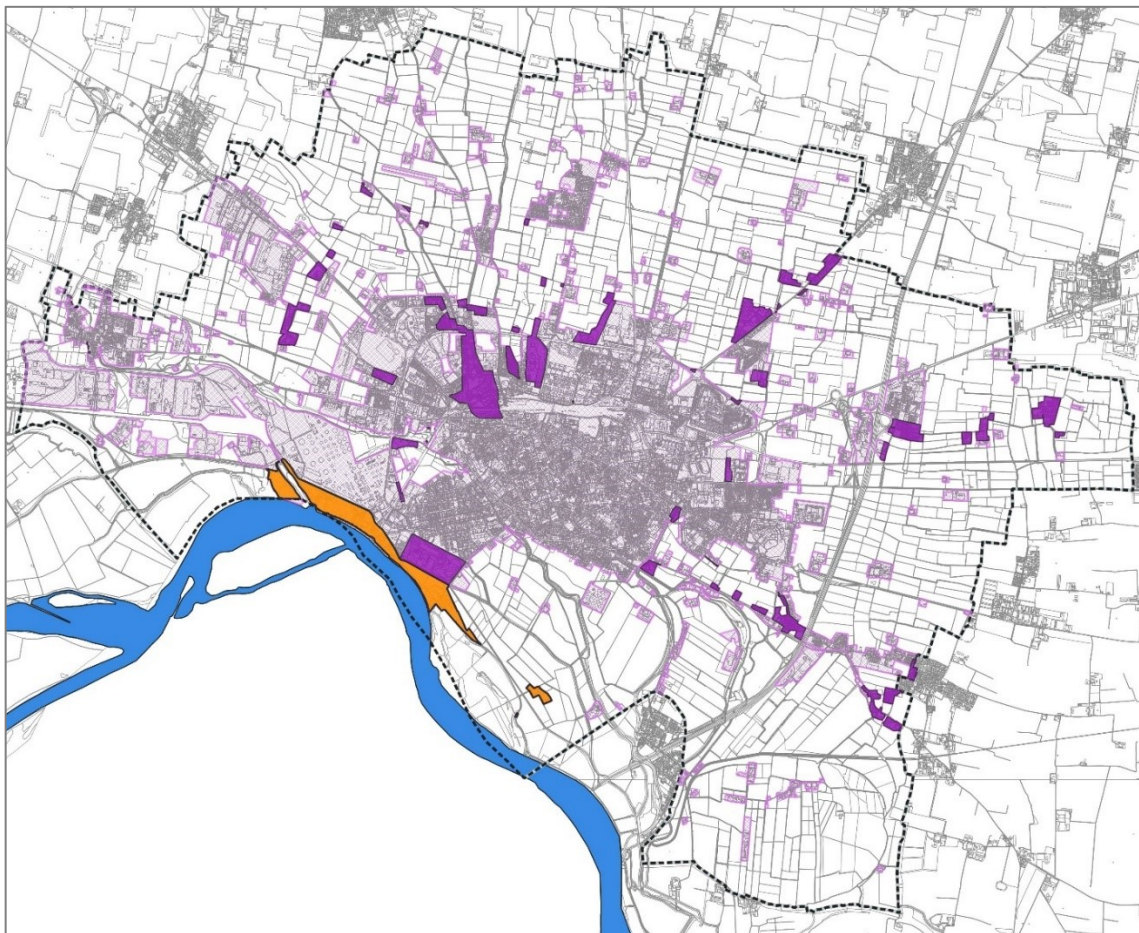


Fig.2.72 Aree a rischio R3 e R4 negli ambiti RP e RSP, escluse le Zone I, in relazione agli ambiti edificati

#### 2.6.4 Attività e interventi in corso o in progetto

Lo Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico, appena concluso per le finalità previste dal R.R.7/2017, sulla base delle analisi condotte, nonché delle tante proposte progettuali ricavate dalla esperienza di indagine e intervento degli ultimi decenni nell'area di Cremona, elenca le azioni strutturali e non strutturali necessarie per il controllo dei rischi idraulici tuttora presenti e in generale per la implementazione del sistema di gestione delle acque meteoriche e superficiali nell'ottica e nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica.

Alcune di queste azioni sono già avviate, altre sono da attivare ex novo. Lo studio (*Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico (SCGRI) ai sensi all'articolo 14 del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n.7 - Studio Telò per il Comune di Cremona, 2022*) elenca una ampia serie di misure non strutturali applicabili alle opere di urbanizzazione, alle strutture interrato in genere e varie tipologie di interventi

edilizi. Si rimanda al report originale per l'illustrazione delle proposte che comunque sono oggetto, da alcuni anni, di molte applicazioni ed esemplificazioni diffuse in una ampia manualistica.

Relativamente alle misure strutturali, lo studio elenca le seguenti:

1. Potenziamento dello Scolmatore Quistra;
2. Realizzazione dello scolmatore Est sul Naviglio Robecco;
3. Cassa di espansione e scolmatore sulla Roggia Cavo;
4. Vasca di laminazione S. Felice;
5. Ristrutturazione dei cavi Cerca, Morta e Morbasco;

Gli interventi di potenziamento dello scolmatore Quistra sono stati realizzati e collaudati nel settembre 2022. Gli esiti positivi sul carico idraulico della rete dei corsi d'acqua che attraversano la città di Cremona sono stati valutati e inseriti nelle stime della pericolosità idraulica delle aree urbane. Le nuove mappe della pericolosità, sia nelle Zone I, sia nel resto delle superfici del comune, attualmente alla fase finale della verifica regionale, vengono ora utilizzate per la revisione dei vincoli geologici e della fattibilità.

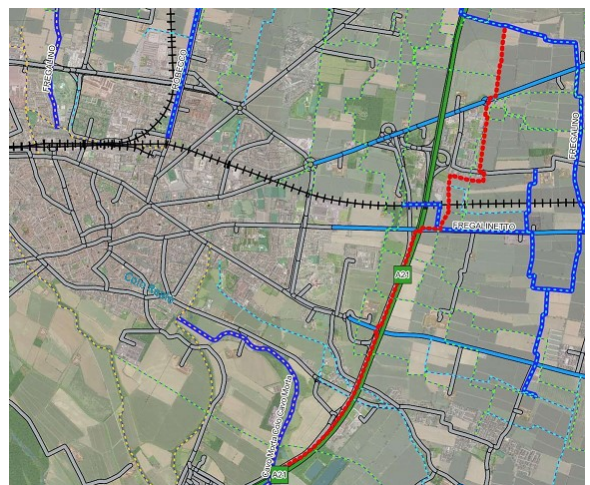
Due altri interventi previsti sono in fase di progettazione: lo scolmatore est dal Robecco al Po e le opere di contenimento degli allagamenti al quartiere San Felice.

Nel primo caso è stato predisposto dal Consorzio DUNAS il progetto di fattibilità tecnico economica (PFTE) relativo al primo lotto dell'opera (O2H Engineering 10/2022). Si vedano le figure seguenti relative al tracciato completo (da SCGRI Telò 2022) e al lotto in progetto, relativo al tratto di circa 1,5 km tra Fregalino e Colo Morta, in buona parte affiancato alla autostrada A21 (da PFTE).



Figg. 2.73 – 74

Tracciato complessivo del progetto dello scolmatore est e primo lotto in corso di progettazione



L'opera dovrebbe alleggerire il Robecco e il Fregalino di circa 7,5 m<sup>3</sup>/s e il Colo Reale, che viene intercettato più a valle, di 1,5 m<sup>3</sup>/s. Una volta completata l'opera, che è destinata a ridurre drasticamente i rischi di allagamento nella parte est del territorio di Cremona e limitrofi, come avvenuto nel giugno 2010, sarà necessario anche realizzare una stazione di pompaggio per lo scarico delle acque in Po nel caso di piene fluviali.

Le opere di Padania Acque al quartiere San Felice sono state avviate dal 2018 con interventi sulla rete fognaria e prevedono la realizzazione di una vasca di laminazione di 3700 m<sup>3</sup> (lavori affidati nel settembre 2021 ed iniziati a gennaio successivo) in uno spazio tra due tronchi stradali, a valle del quartiere, per la riduzione delle portate recapitate a valle.



Fig.2.75 – 76 Pericolosità valutate al quartiere San Felice e collocazione vasca di laminazione

Tutto il quartiere fu interessato ampiamente dagli allagamenti del 2010 e il PGRA gli assegna una pericolosità P2/M e nella porzione sud-est la pericolosità P3/H. Dalle valutazioni specifiche condotte per lo SCGRI emergono pericolosità classificate H1-H2, e H4 nel settore con previsione di più intensa allagabilità. In questo caso, la porzione edificata deve assumere la classe di rischio R4.

Infine si vedano le figure seguenti, sempre derivate dalla relazione dello SCGRI, che riguardano gli ultimi due “pacchetti” di interventi: Cassa di espansione e scolmatore sulla Roggia Cavo e Ristrutturazione dei cavi Cerca, Morta e Morbasco.

Nel primo caso si propone un invaso di laminazione di 15000 m<sup>3</sup> che avrebbe la funzione di ridurre le aree soggette ad allagamento in via Casterverde ed anche le portate in ingresso nel Naviglio Civico.

Nel secondo caso si parla di interventi diffusi di manutenzione degli alvei dei corsi d'acqua che circondano la città, prevalentemente con pulizia della vegetazione, soprattutto a vantaggio dei territori a sud-est di Cremona (Stagno Lombardo, Gerre de' Caprioli).

Da ricordare che il PGRA 2021, nella pianificazione del secondo ciclo 2022-2027, prevede alcune misure dedicate al territorio di Cremona.

La prima di queste, descritta nel Capitolo 4 Tabella 4 della “Relazione sullo stato di attuazione del PGRA in Lombardia alla chiusura del primo ciclo di pianificazione (2015-2021)”, allegata alla d.g.r.5715/2021, riguarda proprio il bacino di laminazione di San Felice.



Fig.2.77

Localizzazione della possibile area di laminazione delle piene sulla Roggia Cavo



Fig.2.78

Rappresentazione dei corsi d'acqua sui quali si richiedono interventi per il miglioramento della officiosità idraulica

Le altre due, relative alla APSFR (Aree a potenziale significativo rischio di alluvione) “Città di Cremona”, già ARS regionale RL27 “Reticolo secondario”, riguardano la “Realizzazione dello

scolmatore est del Comune di Cremona” e la “Pianificazione e attuazione di una adeguata manutenzione dei sistemi”. Quest’ultima è da considerare la condizione indispensabile perché le valutazioni attuali sullo stato di pericolosità idraulica sulle varie aree sensibili di Cremona mantengano validità nel tempo.

FRMPanno	AoB	euIoMCode	measureCode	measureName	measureType	Sub_Type_Code	measureLocation	geographicCoverage	geographicOther	apsfrCode	apsfrName	progressReview
FRMP2021	A	ITN008	ITN008_ITCAREG03_FRMP2021A_044	Realizzazione bacino laminazione a salvaguardia della frazione San Felice in Comune di Cremona	M32 - Protection, Water flow regulation	M32.1	APSFR Città di Cremona	GS_5 - APSFR		ITN008_ITCAREG03_APSFR_2019_RSP_FD0027	<b>RL27 - Cremona – Reticolo secondario</b>	OGC - On-going construction
FRMP2021	A	ITN008	ITN008_ITCAREG03_FRMP2021A_045	Realizzazione scolmatore est del Comune di Cremona	M33 - Protection, Channel, Coastal and Floodplain Works	M33.6	APSFR Città di Cremona	GS_5 - APSFR		ITN008_ITCAREG03_APSFR_2019_RSP_FD0027	<b>RL27 - Cremona – Reticolo secondario</b>	POG - In preparation
FRMP2015	A	ITN008	ITN008-LO-095	Pianificazione e attuazione di una adeguata manutenzione dei sistemi	M35 - Protection, other	M35.1	APSFR Città di Cremona	GS_5 - APSFR		ITN008_ITCAREG03_APSFR_2019_RSP_FD0027	<b>RL27 - Cremona – Reticolo secondario</b>	OGM - On-going maintenance

Fig.2.79 Stralcio Tabella 4 relazione allegata alla d.g.r.5715/2021

### 3 Idrogeologia

#### Premessa

La consistenza delle risorse idriche sotterranee e la loro relazione con la superficie e la presenza antropica sono valutate con dati rilevati in pozzi e piezometri, dei quali non è disponibile una efficiente e aggiornata banca dati. Caratteri e consistenza delle falde idriche sotterranee risultano determinanti sia per l'utilizzazione della risorsa acqua, sia per le precauzioni e limitazioni che impongono all'uso e alla trasformazione del territorio.

Il primo paragrafo del capitolo non è modificato in modo sensibile rispetto alla edizione 2012 dello studio della componente geologica comunale. Il secondo e terzo paragrafo (3.2 e 3.3) trattano della geometria della falda, la falda freatica prevalentemente, delle misure effettuate e del rapporto con la superficie del suolo. Si ripropone il risultato del rilevamento freatico del 2011 e di quello regionale realizzato per il PTUA nel settembre 2014.

Vengono proposti aggiornamenti puntuali, campionari, dei dati freatimetrici che consentono di valutare l'evoluzione della soggiacenza freatica a Cremona nell'ultimo decennio e di confermare la mappa del 2011 come riferimento per la definizione delle pericolosità/vulnerabilità idrogeologiche.

Il successivo paragrafo 3.4, concernente una valutazione empirica semplificata della vulnerabilità degli acquiferi, è mantenuto, nella sostanza, nella sua edizione originaria.

Infine il paragrafo 3.5, relativo al prelievo della risorsa idrica sotterranea, aggiorna i dati del prelievo pubblico e tutte le tabelle dei "punti d'acqua", peraltro senza la garanzia di completezza, per le difficoltà a reperire dati organizzati e la impossibilità a raccoglierne di nuovi in modo esauriente.

Parallelamente al capitolo precedente, è stato eliminato il paragrafo relativo ai cenni sulla qualità delle acque: in questo caso quelle sotterranee. Si tratta di tema complesso, di acquisita competenza di altri soggetti pubblici, certamente con relazione con le fonti di alterazione superficiale e la stima della vulnerabilità idrogeologica, ma non affrontabile seriamente nell'ambito dello studio della componente geologica del PGT, a meno di specifico mandato e specifiche e adeguate risorse.

### 3.1 La struttura idrogeologica

Secondo le interpretazioni più recenti della struttura geologica della pianura, messe a punto in una ricerca pubblicata nel 2002 dalla Regione Lombardia in collaborazione con AGIP (Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia – GAP ), l'evoluzione del bacino padano e il suo colmamento sono stati caratterizzati da fasi di movimenti rapidi e avanzamenti delle falde, soprattutto nord appenniniche, e lunghe fasi di relativa stasi. L'evoluzione è stata schematizzata in sette fasi, dal Pliocene superiore all'attuale, cioè a partire da circa 4 milioni di anni.

Per la migliore definizione delle fasi evolutive e dei loro limiti sono stati anche utilizzati 4 appositi sondaggi profondi, uno dei quali realizzato presso Pianengo, 35 km a nord – ovest di Cremona. Sulla base di tutte le informazioni stratigrafiche esistenti e dei log dei nuovi sondaggi, la Regione propone una revisione della stratigrafia idrogeologica del sottosuolo padano attraverso riconoscimento e definizione di 4 unità idrostratigrafiche, definite Gruppi Acquiferi A, B, C e D.

La separazione dei Gruppi Acquiferi è effettuata su base sedimentologica, utilizzando anche log elettrici e sismici e, come detto, correlazione con dati stratigrafici di pozzi e sondaggi della pianura.

La descrizione dei Gruppi Acquiferi è sinteticamente riportata di seguito, escluso il più profondo (Gruppo D), che a Pianengo inizia a meno di 200 m di profondità, in ambiente di acqua dolce, mentre a Cremona si colloca a profondità tre volte maggiore, in ambiente di acqua salmastra/salata:

#### Gruppo A

Lo spessore del gruppo è pari a poco meno di 40 m a Pianengo e di 180 – 190 m al sondaggio Cremona Nord1, in rapida diminuzione verso nord, ma in aumento verso sud fino ai valori tipici dell'area di Cremona tra 200 e 250 m.

#### Gruppo B

Ha uno spessore di poco più di 40 m a Pianengo, ma di circa 250 m a Cremona, rappresentato da prevalenti sabbie separate in tre principali acquiferi da zone di semipermeabilità o minima permeabilità di 5 – 10 m di spessore.

#### Gruppo C

Appena raggiunto a Cremona (Cremona Nord1) a 350 – 400 m di profondità, è rappresentato da sedimenti permeabili, presumibilmente di sabbie molto fini, alternati ad argille/limi di ambiente transizionale.

La sezione 3 (GAP 2002), passante per Pianengo, Soresina e Cremona, da una idea della distribuzione in profondità delle sequenze sedimentarie (fig.5.2).

Unità Idrostratigrafica gruppo acquifero	Eta' (MA)	Scala Cronostratigrafica (MA)
<b>A</b>	~ 0.45	Pleistocene superiore 0.125
<b>B</b>	~ 0.65	Pleistocene medio
<b>C</b>	~ 0.8	
<b>D</b>	~ 1.6	Pleistocene inferiore 0.89
Acquitardo basale	1.73	1.73 Pliocene medio superiore

Fig. 3.1  
Schema dei Gruppi  
Acquiferi

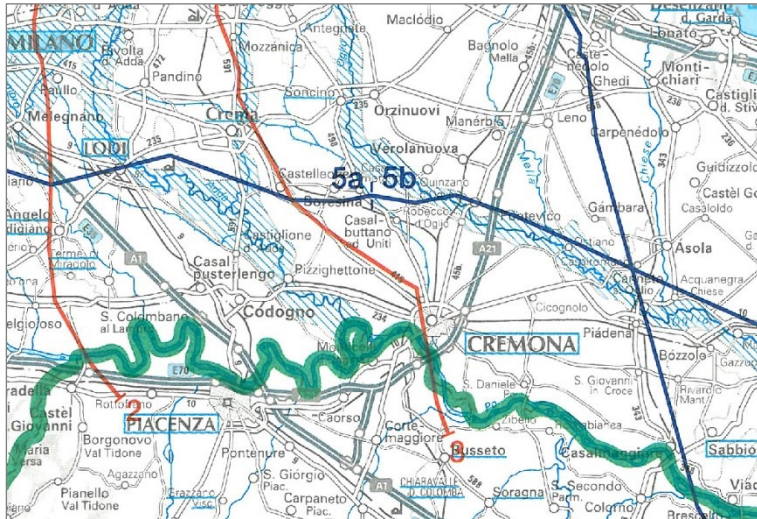


Fig. 3.2  
Traccia della porzione meridionale della sezione 3 da studio GAP 2002

Fig. 3.3 Stralcio della sezione idrostratigrafica 3

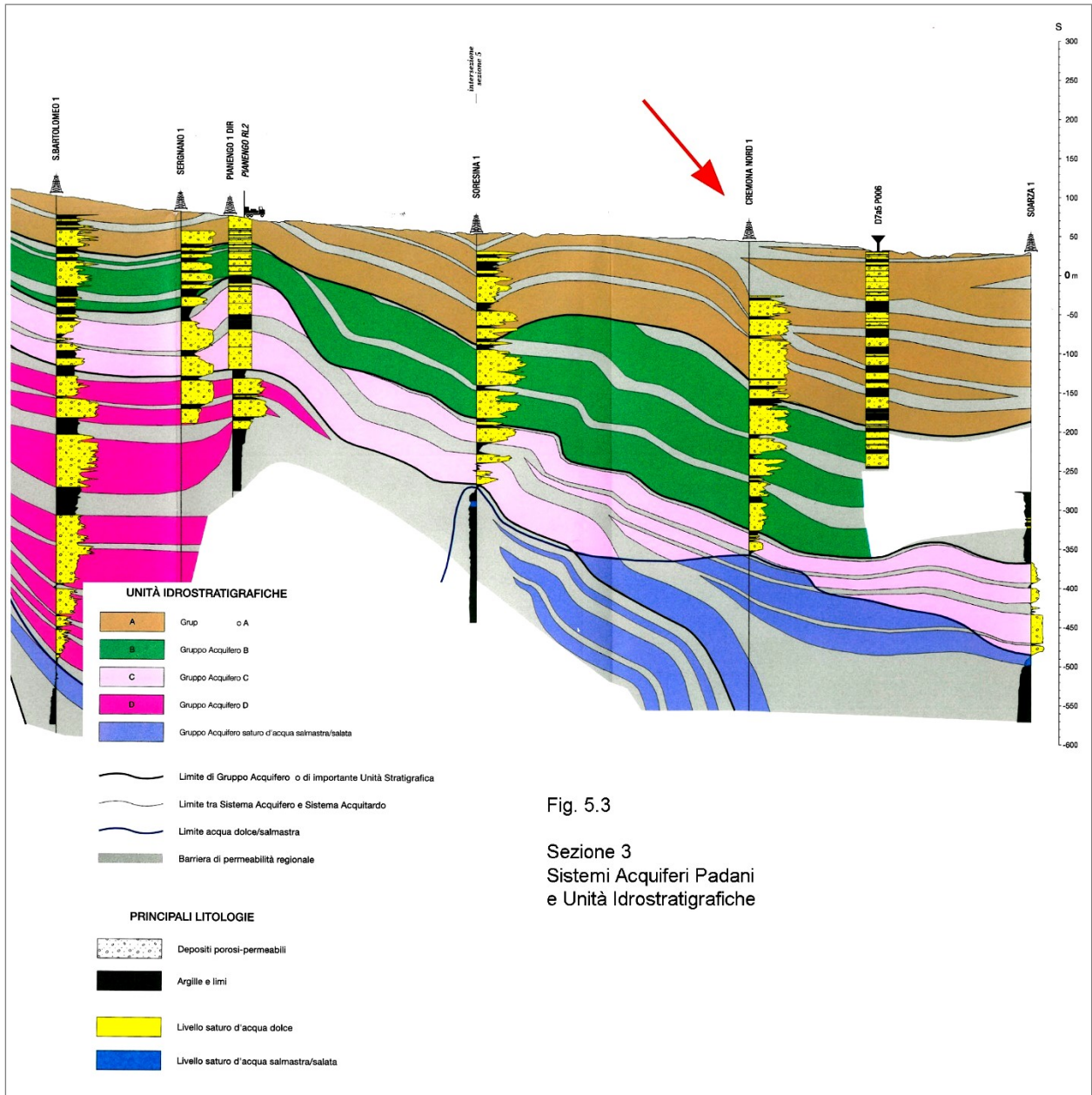


Fig. 5.3  
Sezione 3  
Sistemi Acquiferi Padani  
e Unità Idrostratigrafiche

Il Gruppo Acquifero A, in questa interpretazione, è comprensivo della “falda superficiale” e della “falda profonda” dello studio Beretta, Francani, Fumagalli (1992) e degli “Acquifero freatico” e “Acquifero semi – confinato” di Gandolfi et al. (2007 e 2010).

Nello stesso intervallo di profondità, Bassi (2000) inserisce una “Litozona superficiale” contenente un acquifero freatico o semifreatico, con spessore di 25/65 m, una “Litozona intermedia”, tra 65 e 140 m circa di profondità e acquifero prevalentemente oltre 90 m, e una “Litozona profonda” da 140 ad oltre 240 m.

Schemi stratigrafici di maggiore dettaglio e complicazione sono poi stati introdotti recentemente, sempre con riferimento quasi esclusivo al Gruppo Acquifero A, dalle indagini AEM per i nuovi campi – pozzo (Geologia Applicata – AEM 2001 – 2002; Campi et al 2005) e dal già citato studio DISAT per la Provincia di Cremona (DISAT – Università Milano Bicocca 2010 – in corso) destinato ad analizzare i problemi di “contaminazione da metalli e sostanze organiche nelle acque sotterranee delle zone industriali di Cremona”.

La ricerca DISAT indaga una area di “caratterizzazione idrogeologica” vasta, da Po a Oglio, e una area di “studio idrochimico” circoscritta alla zona centrale e occidentale di Cremona, più parte di Spinadesco e Sesto ed U. Lo studio idrogeologico in particolare, ha realizzato una dettagliata ricostruzione del sistema per mezzo dell’elaborazione di “un modello tridimensionale delle tessiture dell’acquifero, ottenuto tramite interpolazione tipo kriging dei valori percentuali dei termini fini, medi e grossolani, derivanti dalla codifica numerica delle informazioni litostratigrafiche raccolte” (DISAT relazioni di avanzamento).

L’elaborazione si è servita di una ampia raccolta in appositi archivi dei dati di tipo idrogeologico e idrochimico e ha effettuato anche una campagna di misure di precisione delle soggiacenze di falda, sia per l’acquifero freatico, sia per acquiferi più profondi.

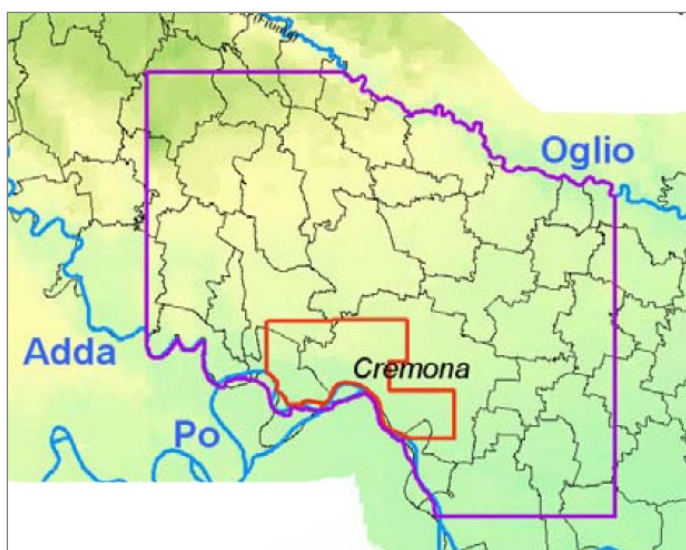


Fig. 3.4

Aree di indagine dello studio DISAT

Dalla ricerca è stato ripreso lo schema del sistema acquifero, qui di seguito confrontato con le altre ipotesi interpretative di maggiore dettaglio locale. Inoltre l’esame della distribuzione delle granulometrie prevalenti a diverse profondità di indagine, ricavate dal modello 3D del sistema, ha integrato le informazioni relative alle caratteristiche delle unità geologiche di superficie e ha fornito indicazioni utili a delimitare le parti di territorio che insistono su acquiferi a diverso grado di compartimentazione, anche ai fini della stima qualitativa della vulnerabilità delle falde profonde.

Nel seguito si confronta la schematizzazione DISAT del sistema acquifero nell’area di Cremona con le interpretazioni ricavate dai sondaggi e dalle prove idrauliche effettuate nel 2001 – 2002 per conto di AEM

per la progettazione e realizzazione dei due nuovi campi pozzo attualmente funzionanti ad est e nord ovest del centro di Cremona, in sostituzione di tutte le vecchie captazioni idropotabili.

DISAT distingue, all'interno del Gruppo Acquifero A, un Acquifero freatico, uno Semiconfinato e tre Acquiferi confinati, tra i quali il secondo ("Confinato 2) risulterebbe separabile in due acquiferi secondari (2A e 2B). Tutti sono più o meno efficacemente separati da acquitardi. Di tutte le unità stratigrafiche si fornisce la distribuzione in pianta delle percentuali delle componenti granulometriche.

Lo schema DISAT è il seguente. Aggiungendo gli acquitardi di separazione si tratta di una sequenza di 9 layer:

acquifero	profondità m
freatico	0 – 25
semiconfinato	30 – 50
confinato 1	65 – 85
confinato 2	100 – 150
confinato 3	160 – 250

Tab. 3.1

Gli strati permeabili e impermeabili hanno spessori tra 15 e 20 m, con l'eccezione del Confinato 2B che arriva ad uno spessore di 30 metri di materiale permeabile. Nonostante la forte variabilità locale delle sequenze sabbiose e limo/argillose, in termini di spessori e continuità, l'esame delle distribuzioni delle granulometrie consente di generalizzare la stima del livello di compartimentazione del sistema e di separazione tra falde. La compartimentazione tenderebbe a diminuire procedendo da Cremona ovest a Cremona est, con effetti evidenti sulla potenzialità del sistema e sulla sua vulnerabilità.

I due schemi (tabelle 3.2 e 3.3), ricavati dalla relazione delle indagini per i campi – pozzo di AEM (2002 – Fig. 3.5) descrivono la successione degli strati definiti "permeabile" o "semipermeabile" riconosciuti, mentre la tabella successiva 3.4, riferita al campo est, riporta alcuni dei parametri ricavati dalle prove idrauliche.

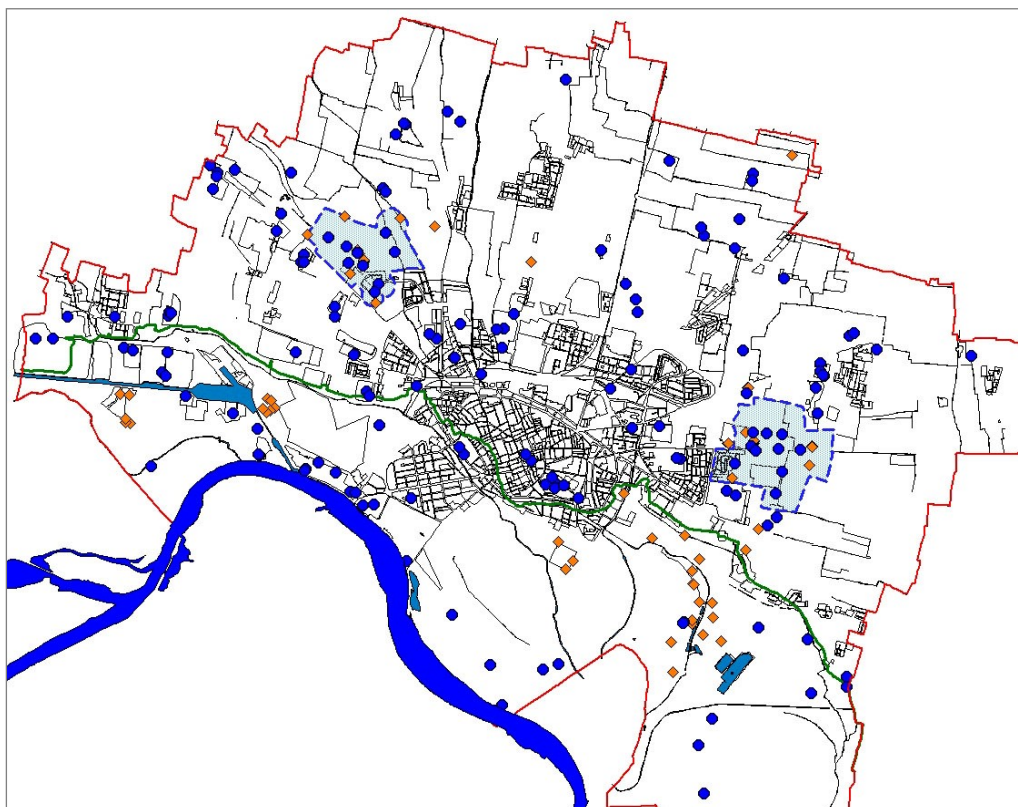


Fig. 3.5  
Localizzazione dei campi – pozzo di AEM, con 9 pozzi attivi nel campo ovest e 10 pozzi in quello est

DENOMINAZIONE UNITA'	PROFONDITA' LETTO (m)	SPESSORE MEDIO DELL'UNITA' (m)	LITOLOGIA	TIPOLOGIA IDROGEOLOGICA
L	22	22	sabbie e ghiaie con argille e limi subordinati	PERMEABILE
0	35-36	14	argille con rara frazione sabbioso argillosa	SEMI PERMEABILE
1	42-45	9	sabbie e sabbie argillose	PERMEABILE
2	58-64	16-19	limi ed argille con rara frazione sabbioso argillosa	SEMI PERMEABILE
3	95	31-37	sabbie fini e limi argillosi subordinati	PERMEABILE
4	108-109	13-14	limi ed argille con rara frazione sabbioso argillosa	SEMI PERMEABILE
5	129-131	21-22	sabbie e rare ghiaie con sabbie limose subordinate	PERMEABILE
6	149	18-20	argille ed argille sabbiose	SEMI PERMEABILE
7	169-170	20-21	sabbie e sabbie argillose	PERMEABILE
8	174	4-5	limi ed argille prevalenti con rara frazione sabbiosa	SEMI PERMEABILE
9	194-195	20-21	sabbie e sabbie argillose con argille e limi subordinati	PERMEABILE
10	199	4-5	argille con rara frazione sabbioso - argillosa	SEMI PERMEABILE
11	218	19	sabbie grossolane con argille e limi subordinati	PERMEABILE
12	?	>20-25	argille ed argille sabbiose	SEMI PERMEABILE

Tab. 3.2

Assetto litostratigrafico campo ovest (Geologia Applicata – AEM 2002)

DENOMINAZIONE UNITA'	PROFONDITA' LETTO (m)	SPESSORE UNITA' (m)	LITOLOGIA	TIPOLOGIA IDROGEOLOGICA
L	24,5	24,5	sabbie e ghiaie con argille e limi subordinati	PERMEABILE
0	30,5	6	limi ed argille con rara frazione sabbiosa	SEMI PERMEABILE
1	76	45,5	sabbie e ghiaie con argille e limi subordinati	PERMEABILE
2	88	12	limi ed argille con rara frazione sabbiosa	SEMI PERMEABILE
3	103,5	15,5	sabbie e ghiaie con argille e limi subordinati	PERMEABILE
4	106,5	3	limi ed argille con rara frazione sabbiosa	SEMI PERMEABILE
5	140,5	34	sabbie e ghiaie con argille e limi subordinati	PERMEABILE
6	158	17,5	limi ed argille con rara frazione sabbiosa	SEMI PERMEABILE
7	184,5	26,5	sabbie e ghiaie con argille e limi subordinati	PERMEABILE
8	194,5	10	limi ed argille con rara frazione sabbiosa	SEMI PERMEABILE
9	213	18,5	sabbie e ghiaie con argille e limi subordinati	PERMEABILE
10	228	15	limi ed argille con rara frazione sabbiosa	SEMI PERMEABILE
11	235	7	sabbie e ghiaie con argille e limi subordinati	PERMEABILE
12	?	?	limi ed argille con rara frazione sabbiosa	SEMI PERMEABILE

Tab. 3.3

Assetto litostratigrafico campo est (Geologia Applicata – AEM 2002)

STRATO ACQUIFERO	INTERSTRATO	TRAMISSIVITA' [m/s <sup>2</sup> ]	CONDUTTANZA SPECIFICA [s <sup>-1</sup> ]	RAPPORTO Kr/Kz
Acquifero 1 (s.c.)		9.0 x 10 <sup>-2</sup>		2.4
	Semi-permeabile 2		7.7 x 10 <sup>-7</sup>	5
Acquifero 3 (s.c.)		1.9 x 10 <sup>-2</sup>		2.4
	Semi-permeabile 4		2.5 x 10 <sup>-6</sup>	5
Acquifero 5 (s.c.)		7.2 x 10 <sup>-3</sup>		11
	Semi-permeabile 6		5.5 x 10 <sup>-7</sup>	2.5
Acquifero 7 (s.c.)		1.62 x 10 <sup>-2</sup>		10
	Semi-permeabile 8		1.0 x 10 <sup>-9</sup>	10
Acquifero 9 (s.c.)		4.0 x 10 <sup>-3</sup>		10

Tab. 3.4

Parametri idrodinamici assegnati agli orizzonti acquiferi sfruttati (Geologia Applicata – AEM 2002)

In entrambi i campi pozzo si proponeva di sfruttare, in sede di progetto, e si sfruttano attualmente, solo i livelli più profondi, in particolare gli acquiferi “confinato 2” e “confinato 3” di DISAT, corrispondenti ai livelli 7 e 9, con filtro da 150 m a 200 – 220 m o 250 nei vecchi pozzi preesistenti nelle aree dei campi est ed ovest (anche livelli 9 e 11 di AEM). Più raramente si utilizza il livello 5, cioè l'acquifero confinato 2, anch'esso di buona produttività, ma con collegamenti idraulici con gli acquiferi soprastanti verificati nelle prove di pompaggio AEM.

Una valutazione più generale delle potenzialità degli acquiferi profondi, nel loro insieme, può essere effettuata per mezzo della mappa della trasmissività (T in m<sup>2</sup>/s) dell'acquifero semi – confinato (Gandolfi et al – 2007), qui inteso come equivalente a tutti i livelli acquiferi del Gruppo A, escluso il freatico.

In realtà nello studio citato non viene utilizzata come base degli acquiferi la base di A, ma la profondità effettivamente raggiunta dai pozzi di emungimento. Si tratta tuttavia di due dati sovrapponibili, almeno per l'area di Cremona.

I valori di T appaiono più elevati ( $2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ ) rispetto a quelli misurati ai campi – pozzo, visto che questi ultimi si riferiscono ai singoli livelli acquiferi.

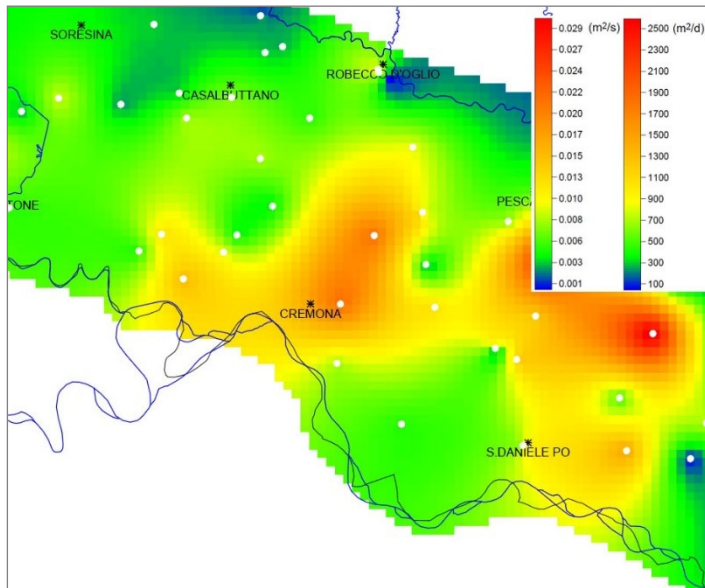


Fig. 3.6

Trammissività degli acquiferi semiconfinati nel loro complesso, da prove in pozzo

La trammissività è infatti strettamente legata allo spessore dei livelli acquiferi captati/captabili. Si vedano, al proposito, le mappe pubblicate nello studio GAP (Regione 2002), relative alla profondità della base dell'intero Gruppo A e allo spessore dei livelli permeabili in esso contenuti. Inoltre, dall'indagine Gandolfi 2007, si riporta la mappa relativa allo spessore permeabile del solo acquifero freatico superficiale.

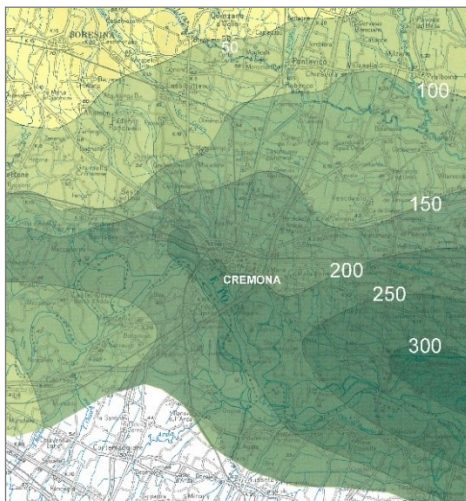


Fig. 3.7 Profondità della base del Gruppo A (m s.l.m.)

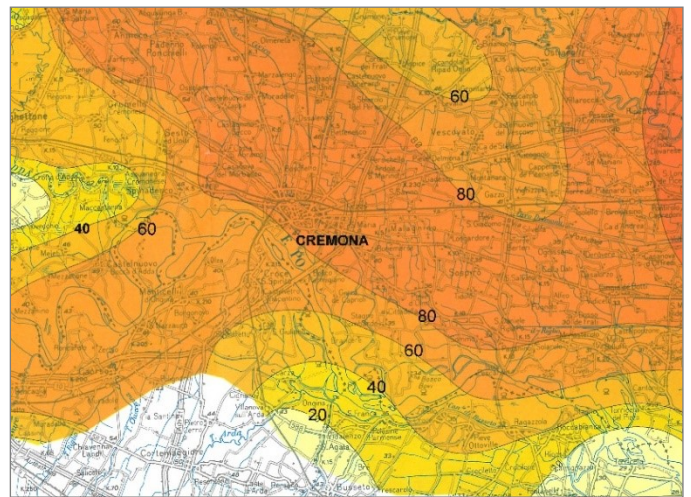


Fig. 3.8 Spessore dei materiali porosi Gruppo A (GAP 2002)

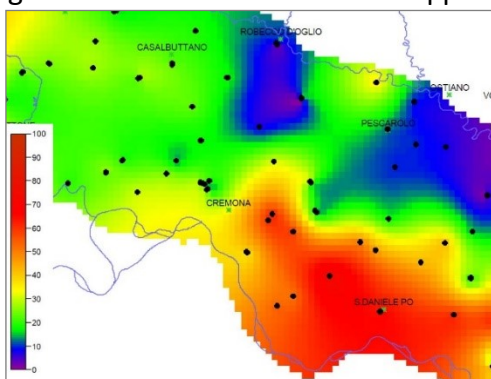


Fig. 3.9 Spessore Acquifero freatico (Gandolfi et al. 2007)

La permeabilità dell'acquifero freatico è comunque nettamente superiore a quella dei livelli profondi, cosa che, unita al suo spessore poroso (circa 25 m), allo spessore realmente saturo (almeno 20 m) e al tipo di alimentazione, rende l'acquifero superficiale estremamente più produttivo di quelli profondi (da 2 – 3 fino a 10 volte di più), anche se esposto all'inquinamento dalla superficie.

La struttura del sistema acquifero multistrato cremonese è stata anche analizzata con l'ausilio di sezioni idrogeologiche interpretative, disegnate per la scala locale.

Sezioni di questo tipo sono state realizzate nell'ambito di tutti i lavori di idrogeologia già citati in precedenza, a volte riutilizzando, peraltro, le medesime elaborazioni: Piani Cave, Ptcp, Studio Beretta et al.(1992), studio Gandolfi (2007), studio DISAT (2010 – 12). Inoltre 3 sezioni originali sono proposte nello studio Bassi 2000 per il Prg – Pgt di Cremona.

Queste ultime sono sezioni di buon dettaglio, elaborate a partire da una ottima conoscenza della situazione idrogeologica locale. Ne era previsto, dunque, secondo il progetto approvato per il presente studio, il semplice ridisegno in formato grafico digitale editabile, con limitati eventuali aggiornamenti. Tuttavia, in sede di analisi a maggior dettaglio della documentazione disponibile, si constatava la non disponibilità, in dimensioni adeguate, di diverse stratigrafie di pozzo e la non precisa collocazione topografica della traccia delle sezioni, rispetto alla spezzata di congiunzione dei pozzi. Si è dunque dovuto optare per la scelta di pozzi e stratigrafie in parte diverse dalle precedenti e per un rifacimento delle sezioni. Ciò non toglie che le correlazioni idrostratigrafiche introdotte, tenuto conto degli aggiornamenti delle conoscenze sopra esposti, riutilizzano e ricalcano, anche, in linea generale le interpretazioni dell'autore precedente.

La traccia delle nuove sezioni riprende infatti, sostanzialmente, quella delle sezioni di Bassi.

Le 3 sezioni (A, B e C) sono rappresentate nella allegata Tav. 2.13 e brevemente illustrate più oltre.

Di seguito, invece, si riportano stralci delle sezioni allegate al Ptcp 2009 e riprese dal lavoro Beretta et al. (1992), considerata la scarsa leggibilità di quelle derivata dal Piano Cave.

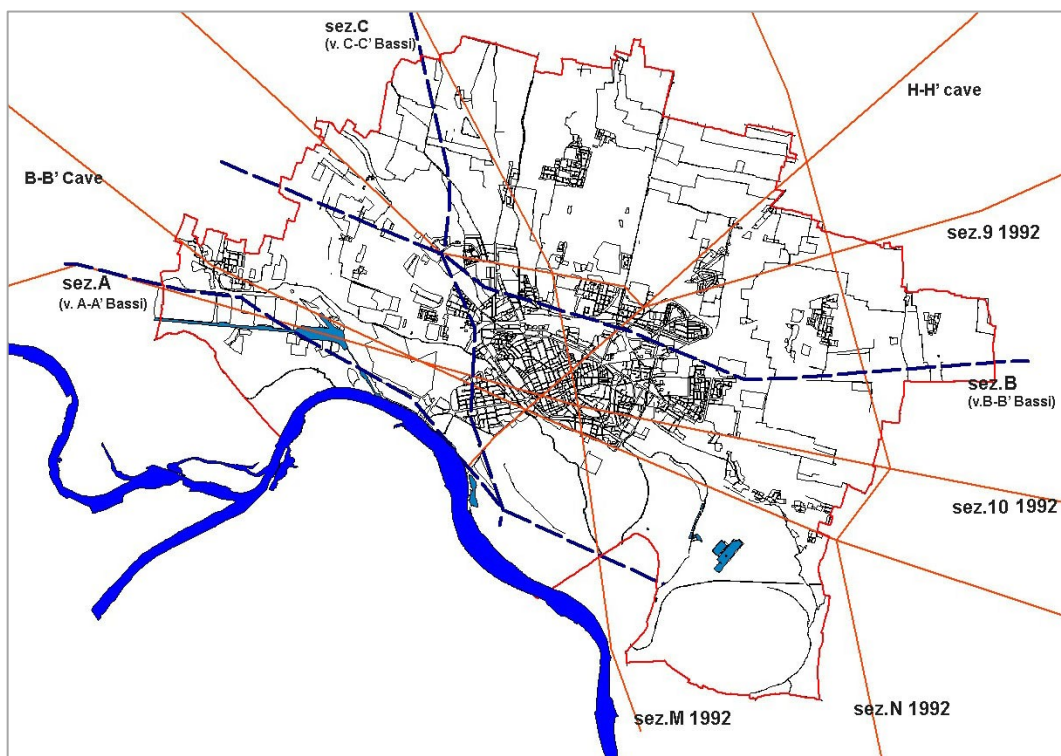
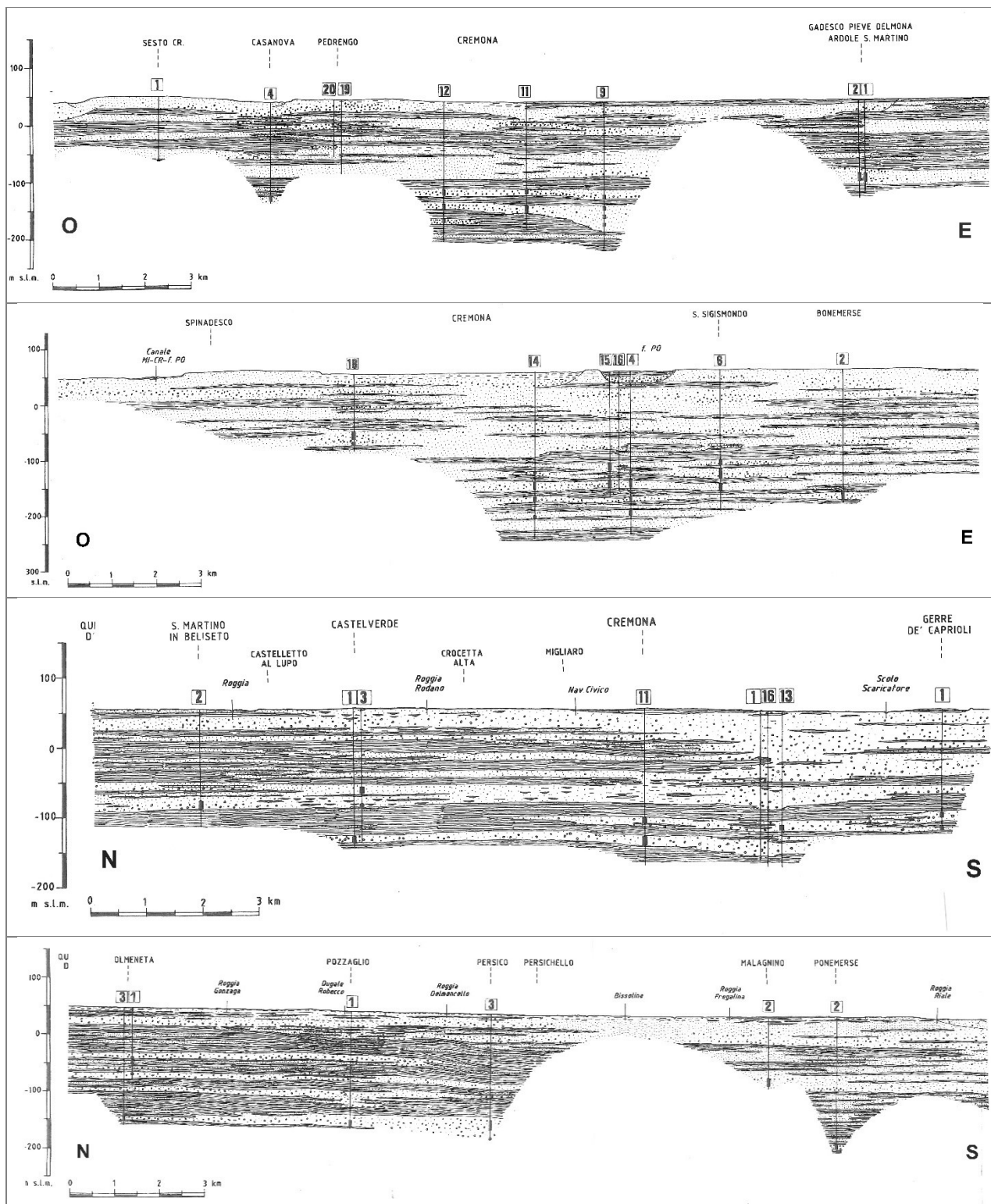


Fig. 3.10 Traccia delle sezioni idrogeologiche che attraversano il territorio di Cremona



Figg. 3.11 – 12 – 13 – 14 Sezioni 9, 10, M, N (1992)

Le sezioni 9 e 10 (1992) sono disposte in senso E – O sul livello della pianura con la sola parte occidentale della sez.10 collocata in valle Po. La sezione 9, più settentrionale, mostra una forte compartimentazione del sistema acquifero con significativi livelli porosi in superficie e tra 90 e 150 m. Evidente inoltre una copertura fine dell'acquifero freatico nella porzione nord – est di Cremona. La sezione10, invece, posta più

a sud e in parte in valle, non evidenzia coperture superficiali e indica l'esistenza di notevoli comunicazioni tra livelli acquiferi a diversa profondità.

Le sezioni M ed N, disposte N – S e passanti la prima per il centro e la seconda al limite est del territorio, evidenziano le differenze tra la parte nord – occidentale e quella sud orientale del territorio considerato. Procedendo verso est e verso sud, fino dentro alla valle Po, aumenta lo spessore cumulato dei livelli permeabili e aumentano le comunicazioni tra acquiferi. La sezione M, inoltre, segnala frequenti torbe tra 100 e 150 m circa, mentre nelle sezioni 9 e 10 le torbe compaiono in più intervalli da 50 ad oltre 200 m.

### Sezioni nuove

#### **Sezione A** (riprende in gran parte il tracciato della A – A' di G. Bassi)

Si sviluppa dal pozzo Padania Acque 004, di Sesto ed Uniti, all'area del campo pozzi ovest, all'area della ferrovia, al campo pozzi est (pozzo Postumia, ecc.), fino al pozzo 003 di Malagnino, anch'esso pozzo profondo di Padania Acque. Sono riconoscibili gli acquiferi freatico, semiconfinato e almeno due acquiferi confinati, fino alle profondità di 150 m circa. Più in profondità le informazioni sono più scarse, limitate ai vecchi pozzi AEM Cambonino e Postumia. In questi punti, si evidenzia bene l'insieme dei livelli permeabili, con sabbie ed anche ghiaie, appartenenti all'acquifero confinato più profondo, da 160 a 240 m circa, captato nei pozzi citati. Nella parte centro – orientale della sezione, tra CR76 e AEM6, sembra molto ridotta la separazione tra acquifero freatico e acquiferi sottostanti. In questo tratto si segnalano, però, anche significativi spessori di coperture fini superficiali (5 – 10 m).

Infine da segnalare la significativa frequenza di livelli torbosi, a profondità comprese tra 25 e 215 m, sia in intervalli acquiferi, sia negli acquitardi interposti.

#### **Sezione B** (riprende in gran parte il tracciato della B – B' di G. Bassi)

La sezione B, fatta salva la sua parte iniziale, a partire da ovest, corre interamente al fondo della Valle del Po di cui evidenzia alcuni caratteri idrogeologici importanti. Inizia al pozzo 001 di Spinadecso (Padania Acque), rimane sul terrazzo della pianura per 2,2 km, per poi scendere in valle e toccare i pozzo Acquaviva, pozzo AEM industriale, CR13 (Arvedi) e CR7 (AIPO). Si dirige sempre più verso sud est ad attraversare le aree delle società dei canottieri e lambire l'alveo del Po. Da qui fino al pozzo 002 di Gerre de' Caprioli (Padania Acque), la sezione si appoggia ad una unica stratigrafia, di modesta profondità (CR\_AL1 Parco Redaelli – 50 m). Nonostante questo, sembra evidente che nella metà sud – occidentale il sistema sia meno compartimentato e più aperto che nella metà occidentale. Si segnalano tuttavia, in vari punti, orizzonti fini in superficie, in particolare a Gerre de' Caprioli. Le massime profondità di captazione sono qui di 130 – 140 m, nell'acquifero "confinato 2", mentre la presenza di torbe sembra frequente soprattutto nella parte occidentale della sezione.

#### **Sezione C** (riprende in gran parte il tracciato della C – C' di G. Bassi)

La sezione è diretta grossomodo NNO – SSE, dal comune di Castelveverde (pozzo 003 Padania Acque), all'area del campo pozzi ovest di AEM, al centro città, con i punti coincidenti col vecchio pozzo AEM "Milano", al bordo del terrazzo della pianura, e più a sud con un altro pozzo AEM dismesso ("Arenili"). La sezione termina non lontano dal Po, con la stratigrafia del pozzo "Parco Redaelli", già utilizzato in sezione B. Anche in questo caso risulterebbe evidente la riduzione degli spessori dei livelli di separazione degli acquiferi e la diffusione dei livelli torbosi anche nella pianura, tra 50 e 100 m di profondità.

La presenza delle torbe assumerebbe secondo la ricerca in corso da parte di DISAT un particolare significato nello studio della qualità delle acque ed anche della distribuzione delle sostanze indesiderate naturali e inquinanti antropiche. Rimandando, evidentemente, alle conclusioni dello studio citato ogni valutazione più ampia e motivata, si può comunque ricordare come si tratti di materiali indicativi di condizioni di deposizione asfittica di sostanza organica in acqua e come la loro presenza sia comunque sempre associata, anche in altre parti della pianura, alla diffusione di sostanze naturali indesiderate tipiche degli ambienti profondi, qui anche relativamente profondi, poco ossigenati (ammoniaca, idrogeno solforato, manganese e ferro, ecc.).

## 3.2 Le acque sotterranee

### 3.2.1 Dati pregressi e dati di confronto

Le conoscenze sulla geometria delle falde idriche del sottosuolo cremonese sono abbastanza ampie, anche se di scarso dettaglio, fino alle indagini più recenti (DISAT 2010 e successivi) e con l'eccezione di studi più locali e per scopi applicativi e/o ambientali. Considerando, prima di tutto, lo strumento base per tale conoscenza, cioè la disposizione nello spazio della superficie piezometrica delle falde, occorre notare che sono ora disponibili, alla scala comunale, ricostruzioni della piezometria dell'acquifero freatico e/o degli acquiferi profondi. Carte di questo tipo sono presenti negli studi geologici redatti per i Prg – Pgt di diversi comuni confinanti con Cremona: Castelverde, Bonemerse, Gerre de' Caprioli, ecc.

A scala provinciale sono state consultate serie datate di mappe isopiezometriche, disponibili peraltro prevalentemente come "soggiacenza" della falda, realizzate per gli studi già citati per le carte litologico – granulometriche: Piani Cave (dal 1986 alla revisione 2010) e studio Vulnerabilità acque sotterranee (Geotepro 1991).

Le carte della soggiacenza abbinate ai Piani Cave variano solo parzialmente nelle diverse edizioni consultate, mentre è disponibile una mappa delle isofreatiche (in realtà falde profonde) nella documentazione relativa al Piano Cave previgente. Sulla mappa non è indicata la data di riferimento delle misure piezometriche, ma la carta viene datata, in generale, all'anno 1986, aggiornata 2000" (figura successiva).

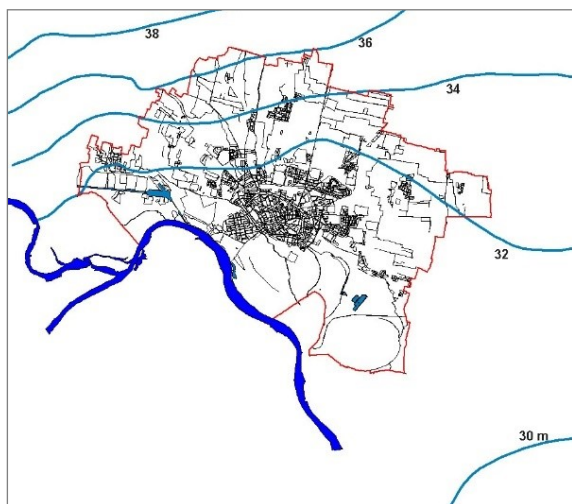


Fig. 3.15

Isopiezometriche delle falde profonde (indicate erroneamente come Isofreatiche) Piano Cave (1986 aggiornate 2000; in realtà al 1990 – 92)

Si è anche fatto spesso riferimento, per l'inquadramento piezometrico di scala comunale/sovracomunale, alla carta redatta nell'ambito dello studio Beretta et al. (1992).

Nel lavoro sono pubblicate due carte, una che rappresenta la superficie della falda freatica e una relativa alla falda profonda, cioè, come già ricordato, all'insieme delle falde semiconfinare e confinate che vengono captate nell'area provinciale.

Le direzioni di flusso sono rivolte a sud o sud sud est, e ruotano verso est e nord – est da Vescovato verso l'Oglio. I gradienti mostrano un forte aumento delle pendenze nell'area cittadina e tra il centro e Spinadesco. Già lo studio citato indicava anche una sensibile differenza positiva di quota tra la superficie freatica e la superficie piezometrica delle falde profonde (da 0 m, presso il Po, a 10 m a nord di Cremona).

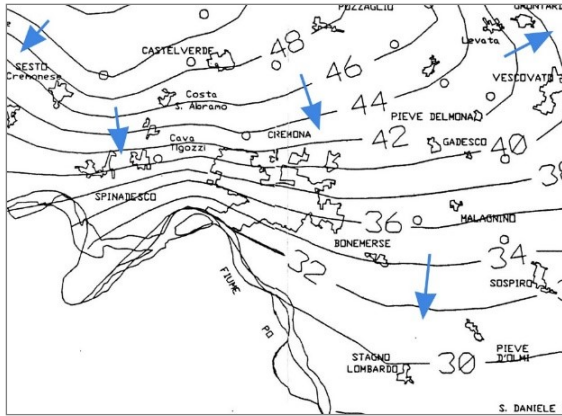


Fig. 3.16  
Carta delle isofreatiche (studio 1992)

A distanza di 10 – 20 anni da queste interpretazioni, la ricerca UNIMI (2007 – 2010), anch'essa estesa all'area provinciale, ha messo a disposizione nuove elaborazioni, basate su l'integrazione di più banche dati e su nuove misure. Nelle figure seguenti sono riprodotti stralci delle carte delle isofreatiche estive e invernali dell'area provinciale, e le carte isopiezometriche della falda semiconfinata, nel senso già sopra indicato, riferita alla stagione estiva e a quella invernale.

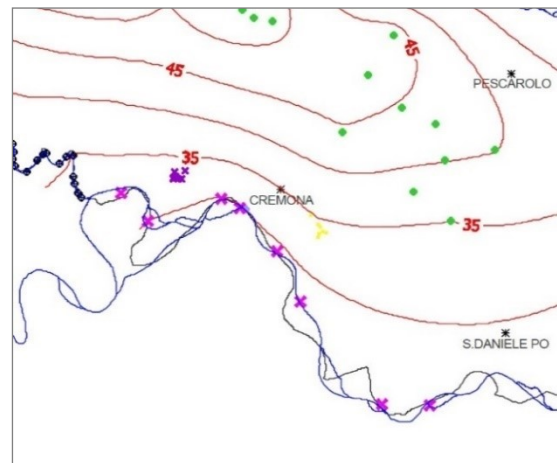
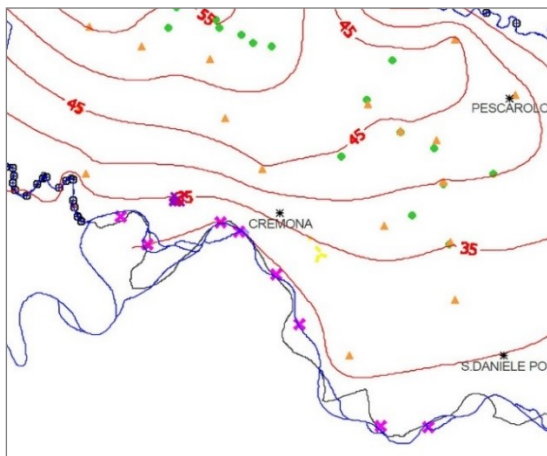


Fig. 3.17 e 3.18 Isofreatiche invernali ed estive (UNIMI 2007 – 10)

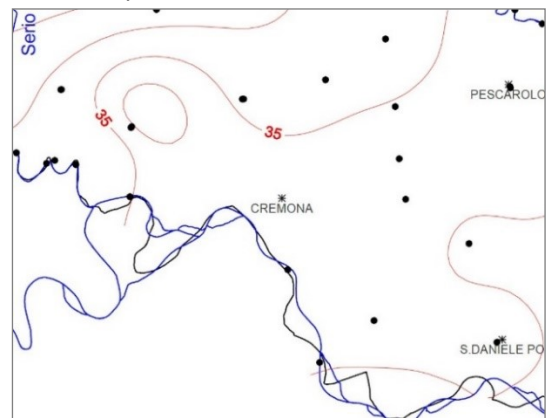
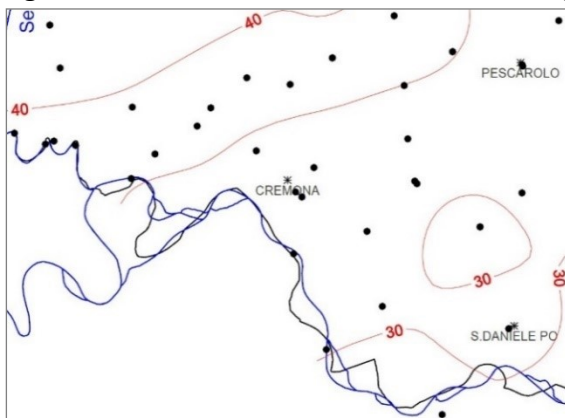


Fig. 3.19 e 3.20 Isopiezometriche della falda semiconfinata, invernali ed estive (UNIMI 2007 – 10)

Le isofreatiche, sia invernali che estive, mostrano andamenti e quote compatibili con la situazione inizio anni '90, mentre le isopiezometriche delle falde profonde indicano direzioni di flusso più regolarmente indirizzate verso i quadranti SSE e SE, a confronto con le direzioni meridionali dei gradienti della falda superficiale (Fig. 5.21).

Anche in questo caso la quota della superficie piezometrica delle falde profonde è stimata come nettamente inferiore alle quote della falda freatica.

Infine, grazie alla disponibilità dei dati e delle elaborazioni DISAT per la Provincia di Cremona, si sono potute integrare e perfezionare, già per la edizione 2012 dello studio geologico comunale, le liste dei punti di controllo e consultare le mappe delle isopiezometriche realizzate separatamente per tutti gli acquiferi cremonesi, dotati di sufficienti punti di misura.

In particolare si riproducono di seguito le interpretazioni relative alle isopiezometriche della falda freatica e a quelle della falda confinata 2 che, in questo caso, corrisponde all'intervallo massimo 100 – 150 m e, in gran parte, al livello acquifero 5 dei campi pozzo AEM.

Considerata la risalita dei livelli di falda negli anni piovosi successivi al 2008 si giustifica l'incremento delle quote elaborate per la superficie freatica rispetto al 2007 e anni precedenti. Si erano confermate e dettagliate, per questa, le direzioni N – S dei gradienti di flusso e l'aumento degli stessi nella fascia di limite pianura – valle Po e nella stessa valle fino al corso del fiume, limitatamente al settore centro occidentale della città. Per quanto riguarda la falda profonda (Confinato 2) si ipotizzava un flusso diretto verso SE a nord e semiparallelo all'asse fluviale nella parte meridionale dell'area.

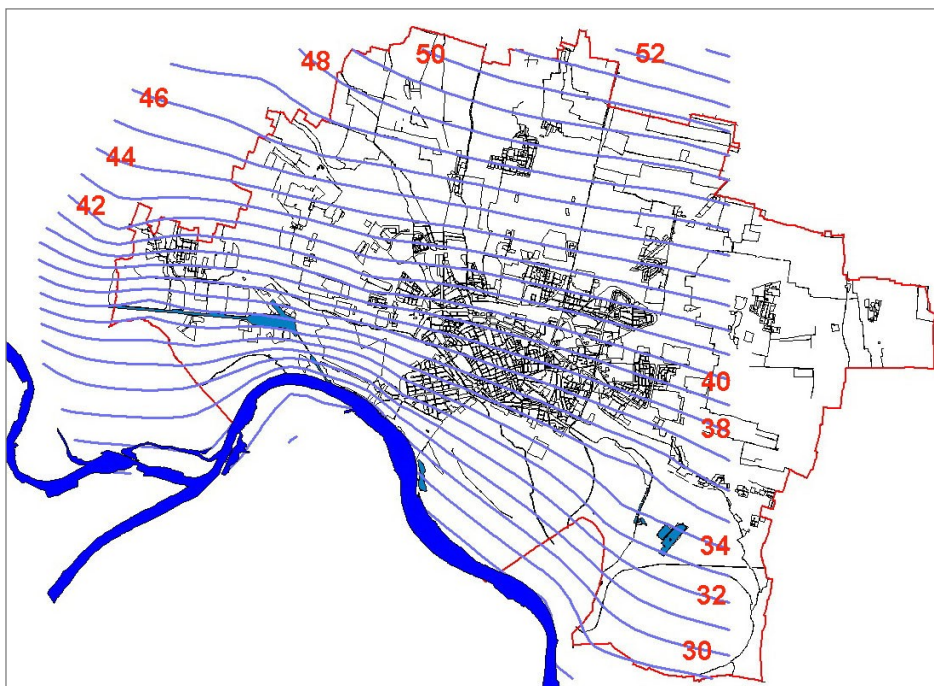


Fig. 3.21

Isofreatiche  
(stralcio per l'area  
di Cremona – DISAT  
7/2010)

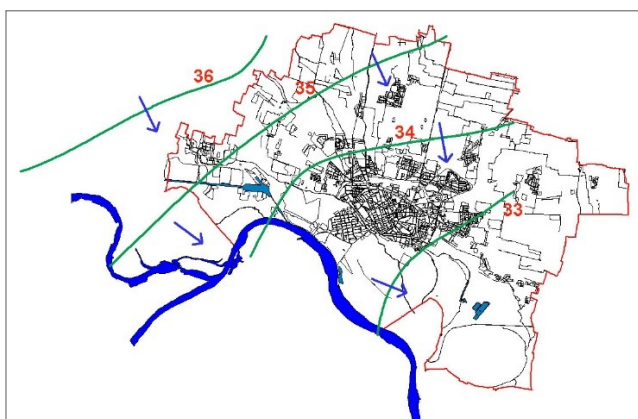


Fig. 3.22  
Isopiezometriche acquifero confinato 2  
(DISAT 7/2010)

### 3.2.2 Rilievi, elaborazioni e confronti, 2011 e successivi

Considerata la disponibilità di altri dati idrogeologici, in particolare quelli della Provincia di Cremona/DISAT, nell'ambito dello studio geologico comunale 2011-12, si sono concentrati gli sforzi sulla realizzazione di una carta piezometrica rappresentativa della sola prima falda, quella che maggiormente influisce sulla gestione dei terreni.

La indagine è stata realizzata tra agosto e dicembre 2011 e ha comportato le seguenti fasi di lavoro:

- raccolta dei dati relativi a pozzi e piezometri sul territorio di Cremona e aree limitrofe;
- scelta dei punti utili alle misure e sviluppo dei contatti necessari;
- campagna di esecuzione delle misure piezometriche nei mesi di ottobre e novembre;
- controllo dei dati e tracciamento delle isopiezometriche;
- elaborazione e adattamento della carta della soggiacenza freatica.

Per quanto riguarda la ricerca generale e il censimento dei punti pozzo e piezometro, si rimanda alle parti seguenti, mentre si riporta di seguito l'elenco dei soli punti utilizzati per le misure sulla falda freatica.

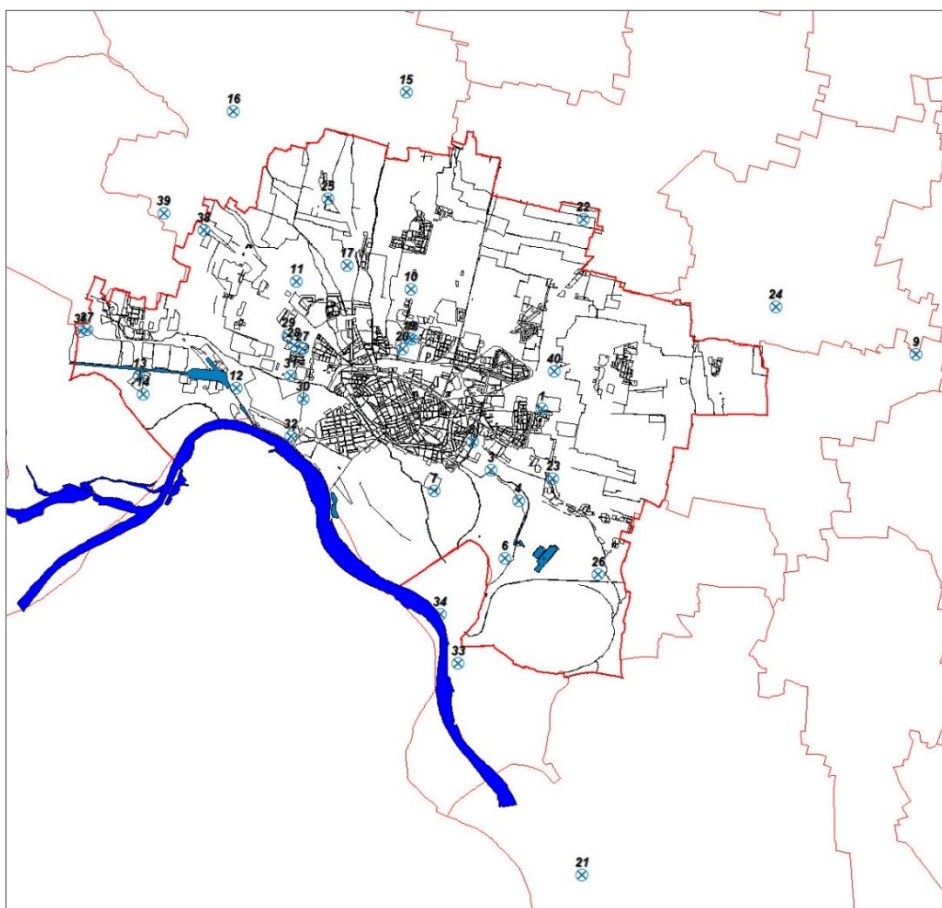


Fig. 3.23

Punti misurati ottobre  
– novembre/2011

Nell'intervallo ottobre-novembre 2011, sono stati controllati molti punti e contattati molti soggetti proprietari e/o gestori, per poi misurare effettivamente circa 40 punti, dei quali 37 ritenuti affidabili e utilizzati per la elaborazione cartografica.

Su 37, 13 sono punti di controllo AEM, (6 monitoraggio pozzi e 5 monitoraggio discariche), 7 sono piezometri del Comune (indagini area Cimitero) o di Comune/Arpa per i monitoraggi nelle indagini ambientali e altri 4, con lo stesso scopo sono gestiti direttamente dai privati (Arvedi e Tamoil).

id	tipo	nome sigla	propr. gestione	comune	luogo	note uso	X_GB	YGB	quota pc carta	corrette pc	data	sogg. ls_pc	piezo_ls	corrette	dati scartati
1	piezo	PZ6	AEM	Cremona	Campo Est	monitoraggio	1583228,36	4998698,05	43,10		27/10/11	6,71	36,39		
2	piezo	PZ5	AEM	Cremona	Campo Est	monitoraggio	1583009,30	4998560,56	43,40		27/10/11	5,68	37,72		X
3	piezo	PZ4	AEM	Cremona	S. Rocco	monitoraggio	1582059,79	4997386,15	37,10		27/10/11	2,74	34,36		
4	piezo	PZ2bis	AEM	Cremona	S. Rocco	monitoraggio	1582572,20	4996805,69	35,70		27/10/11	2,27	33,43		
5	piezo	PZ7	AEM	Cremona	S. Rocco	monitoraggio	1582818,33	4996394,73	37,12		27/10/11	3,29	33,83		X
6	piezo	PZ10	AEM	Cremona	S. Rocco	monitoraggio	1582313,48	4995715,06	35,05		27/10/11	3,20	31,85		
7	piezo	PZ2	AEM	Cremona	Depuratore	monitoraggio	1580980,49	4996997,02	37,56		27/10/11	4,62	32,94		
8	piezo	PZ1	AEM	Cremona	Cattapane	monitoraggio	1581703,66	4997933,16	36,90		27/10/11	2,08	34,82		
9	piezo	PZ1B	AEM	Malagnino	Discarica Malagnino	monitoraggio	1590083,38	4999589,81	39,95		27/10/11	3,37	36,58		
10	piezo	PZ1	AEM	Cremona	Ca' del Binda	monitoraggio	1580539,69	5000823,94	48,45		27/10/11	5,43	43,02		
11	piezo	PZ5	AEM	Cremona	Campo Ovest	monitoraggio	1578378,58	5000968,24	46,97		27/10/11	2,42	44,55		
12	piezo	PZ5	AEM	Cremona	Disc.Porto Canale	monitoraggio	1577242,49	4998947,13	38,50		27/10/11	4,95	33,55		
13	piezo	PZ3	AEM	Cremona	Discarica Bastida	monitoraggio	1575411,41	4999174,63	39,47		27/10/11	4,80	34,67		
14	piezo	PZ2	AEM	Cremona	Discarica Bastida	monitoraggio	1575481,03	4998824,75	38,00		27/10/11	3,96	34,04		
15	piezo	Ossalengo	Vacchelli	Castelverde	Ossalengo N	controllo freatico	1580456,14	5004561,83	49,60		27/10/11	2,14	47,46		
16	piezo	Fossadoldo	Vacchelli	Castelverde	Fossadoldo E	controllo freatico	1577191,54	5004194,64	52,00		27/10/11	3,04	48,96		
17	piezo	Cna Caffa	Vacchelli	Cremona	Migliaro O	controllo freatico	1579343,76	5001266,10	47,55		27/10/11	2,88	44,67		
18	piezo	Cim_S3	Cimitero	Cremona	Cimitero Chiostrò N	controllo freatico	1580551,37	4999877,84	47,30		04/11/11	5,95	41,35		
19	piezo	Cim_8	Cimitero	Cremona	Cimitero Chiostrò N	controllo freatico	1580500,59	4999889,26	47,30		04/11/11	5,84	41,46		
20	piezo	Cim_I	Cimitero	Cremona	Cimitero Campo 6	controllo freatico	1580383,60	4999694,83	45,65		04/11/11	5,27	40,38		
21	piezo	DUG3	Dugali	Stagno L.	Chiavica Fossadone	controllo freatico	1583772,24	4989717,35	35,50		04/11/11	5,36	30,14		
22	piezo	DUG1	Dugali	Cremona	Cna Casino	controllo freatico	1583800,46	5002151,02	45,30		04/11/11	2,17	43,13		
23	piezo	DUG2	Dugali	Cremona	Cna Cappuccina Battaglione	controllo freatico	1583219,20	4997232,48	41,30		04/11/11	6,72	34,58		
24	pozzo	IdeaVerde	Maschi	Gadesco PD	Ardole S. Marino SE	agricolo	1587430,85	5000482,35	44,40		10/11/11	4,28	40,13		
25	pozzo	ANAFI	ANAFI	Cremona	Cascina Vidoni	disuso	1578851,95	5002416,15	49,00		10/11/11	2,77	46,23		
26	pozzo	Pagliari	Pagliari E.	Cremona	Tavernazze Campo grande	irriguo	1584080,08	4995416,93	35,10		24/11/11	1,91	33,19		
27	piezo	PZ15	Comune	Cremona	Fragni via Industrie	monitoraggio	1578493,29	4999683,95	46,51		24/11/11	6,92	39,59		
28	piezo	PZ19	Comune	Cremona	Fragni via Industrie	monitoraggio	1578333,72	4999754,56	46,60		24/11/11	6,94	39,66		
29	piezo	PZ6	Comune	Cremona	Fragni via Sesto	monitoraggio	1578219,27	4999953,65	47,40		24/11/11	6,46	40,94		

30	piezo	PE7	Tamoil	Cremona	via Eridano	monitoraggio	1578501,98	4998743,96	39,00		24/11/11	4,82	34,18		
31	piezo	PZ5	Comune	Cremona	via Costone di Mezzo	monitoraggio	1578275,00	4999179,10	45,02		24/11/11	8,71	36,31		
32	piezo	PE28/18	Tamoil	Cremona	parcheggio Cral	monitoraggio	1578278,98	4998031,21	37,40		24/11/11	6,46	30,94		
33	pozzo	Damiani1	Damiani C.	Gerre d'È C.	Canovetta	pozzo cascina	1581437,22	4993733,41	37,3		24/11/11	7,16	30,14		
34	pozzo	Damiani2	Damiani C.	Gerre d'È C.	argine Po	irriguo	1581090,48	4994662,82	36,9		24/11/11	6,92	29,98		
35	piezo	K1V	Arvedi	Spinadesco	alzaia Canale	monitoraggio	1573745,59	4999477,67	39,5	38	24/11/11	1,52	37,98	36,48	X
36	piezo	XM	Arvedi	Cremona	piazzale Arvedi	monitoraggio	1574305,59	5000028,57	45,15		24/11/11	8,06	37,09		
37	piezo	YM	Arvedi	Cremona	piazzale Arvedi	monitoraggio	1574417,48	5000047,57	45,18		24/11/11	7,88	37,3		
38	pozzo	Cavel	Cavel spa	Cremona	S. Predengo	antincendio	1576633,47	5001941,4	50,8		24/11/11	5,97	44,83		
39	pozzo	Rossini's	Rossini's	Castelverde	Costa S. Abramo	igienico	1575872,37	5002265,24	48,25		24/11/11	3,79	44,46		
40	piezo	Pzde_2bis	AEM	Cremona	Campo Est dinam.	monitoraggio	1583253,34	4999259,09	43,35		01/12/11	5,09	38,26		

Tab. 3.5



Fig. 5.24a, b, c, d  
Pozzo agricolo  
chiuso, non  
misurabile (i.d. 54)



Pozzo attività  
produttiva con  
tappo di accesso  
alla colonna  
(id. 38)



Pozzetto agricolo  
aperto, senza  
pompa propria  
(id. 26)



Piezometro campo  
pozzi est AEM  
(id. 1)

Fig. 3.25a, b, c, d, e, f



Piezometro monitoraggio ambientale (id.27)



Piezometro monitoraggio ambientale AEM (id. 12)



Piezometro monitoraggio ambientale AEM (id. 14)



Piezometro indagine Cimitero Cremona (id.19)



Piezometro Arvedi Canale (id. 35)



Freatimetro C.na Caffa (Cons. Vacchelli) (id.17)

Inoltre 6 punti di misura risultavano corrispondere a freatimetri agricoli gestiti dagli ex Consorzi Dugali e Naviglio Vacchelli, oggi non più controllati; mentre in altri 4 casi si trattava di pozzi o piezometri agricoli privati. Infine, 3 punti corrispondevano ad attività private commerciali o produttive.

8 punti si trovano sul territorio di comuni limitrofi a Cremona, anche ad una distanza non ottimale per l'interpolazione dei dati, ma vincolata dalla scarsità di punti adatti e/o di permessi concessi. Si sente la mancanza di una rete stabile di punti di controllo, che predisponga per questo scopo una serie di piezometri già esistenti, integrandoli con la ricerca di qualche sito nuovo, soprattutto nelle aree più libere a nord, est e

sud del territorio comunale. In questa rete andrebbero inseriti i freatimetri dei Consorzi irrigui e di bonifica (oggi Consorzio DUNAS), da rintracciare e riattivare anche con interventi strutturali per la migliore funzionalità dei tubi piezometrici.

Come le immagini riprodotte mostrano, i problemi sono anche connessi sia alla impossibilità ad effettuare misure in pozzi agricoli con pompa esterna o in pozzi a tubazione chiusa, non dotati di accesso alla colonna dalla testa. Inoltre, la manutenzione e la segnalazione, ai fini della reperibilità, di diversi punti di controllo (es. Arvedi) lascia a volte a desiderare.

La elaborazione dei dati per la mappa 2011 è stata condotta con funzioni standard di interpolazione disponibili con i pacchetti GIS di Esri (spline tensionale). L'equidistanza richiesta è pari ad 1 m.

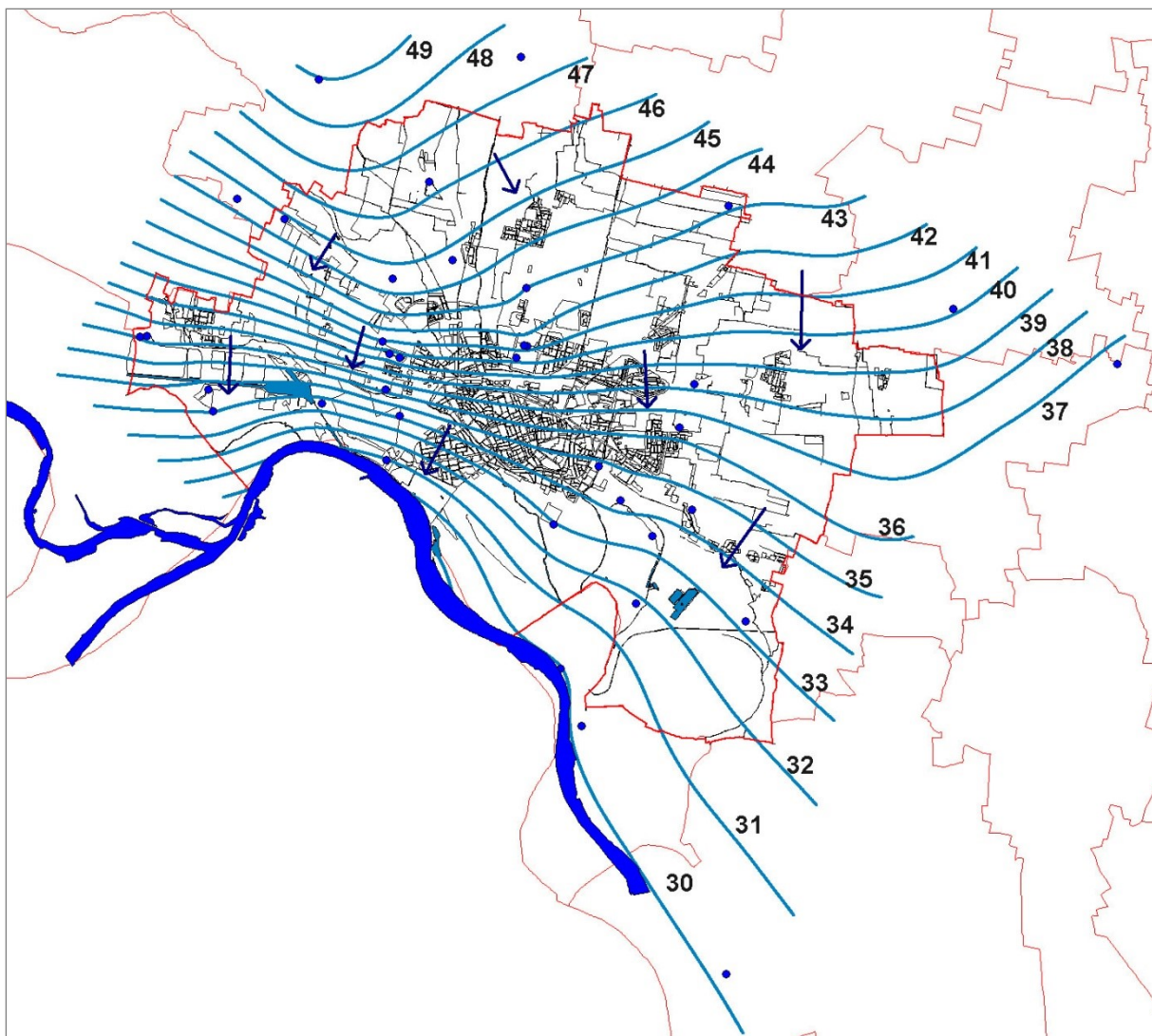


Fig. 3.26 Carta delle isofreatiche – ottobre – novembre 2011

La carta evidenzia un diverso comportamento della falda nelle aree ad est e, in parte a nord, della città edificata, rispetto a quelle a ovest e sud – ovest. In quest'ultimo settore il flusso idrico è diretto verso SSO o S con gradienti elevati, variabili tra 0,3 e 0,7%. Il settore nord, est e sud – est, invece, è caratterizzato da gradienti più modesti: 0,1 – 0,2%, con l'area di transizione verso il settore ovest di gradienti compresi tra 0,2 e 0,3%, e minimi inferiori a 0,1 nel settore più meridionale del territorio, a fianco del Po.

Nella zona di pianura a nord della città, sull'allineamento Cambonino – Castelverde si evidenzia una dorsale che modifica le direzioni di flusso da SSO a SSE, con un andamento in realtà non confermato dalle isopiezometriche ricostruite per lo studio geologico del Comune di Calstelverde (Bassi 2009), riferite, però a misure di varia natura, di un decennio più vecchie.

Procedendo verso est e sud, si assiste ad una controrotazione delle direzioni di flusso, che tornano orientarsi verso S e verso SSO nella parte di valle che confina con Gerre de' Caprioli e Stagno Lombardo.

In questa zona sono confrontabili i rilievi piezometrici realizzati a suo tempo per i Comuni di Bonemerse (M.Daguati – rilievo 1/2008) e Gerre de' Caprioli (Ambiter 10/2010 da rilievi per PLIS Morbasco 2/2000).

Rispetto alle isofreatiche rilevate a Bonemerse nel 2008 risultava una buona convergenza dei valori della quota slm, e una tendenza all'allineamento delle curve, almeno nella parte centro nord di questo comune. Le isofreatiche del Comune di Gerre de' Caprioli (2000), tuttora utilizzate nell'aggiornamento del PGT 2014, sono invece disposte perpendicolarmente a quelle delineate per il presente lavoro (2011). L'acqua sotterranea non verrebbe dunque drenata dal Po, ma si muoverebbe parallelamente all'asse fluviale. Purtroppo non è stato possibile effettuare un confronto più completo con i dati piezometrici Ambiter 2000, che riguarderebbero l'intero ambito del PLIS Po – Morbasco.

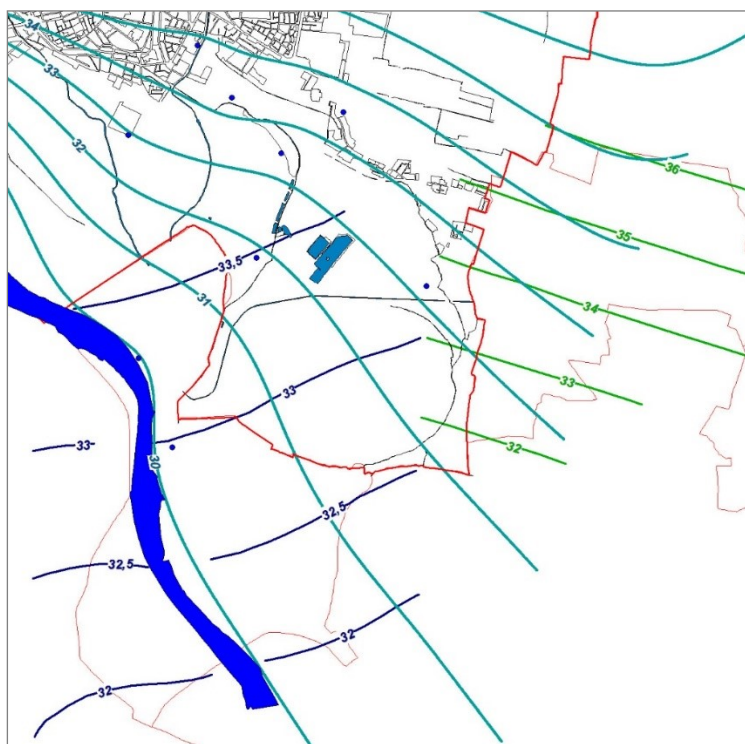


Fig. 3.27

Confronto isofreatiche 2011 con i rilievi Bonemerse (2008) e Gerre de' Caprioli (2/2003)

Questa situazione sarebbe indicativa di una relazione stretta tra acque del Po e prima falda, che, alla data dei rilievi (2000) si comporterebbe solidalmente con il flusso idrico del fiume diretto verso SE. La relazione tra falda freatica e fiume è tradizionalmente intesa come prevalente drenaggio del fiume sull'acquifero, cosa che si evidenzia con isofreatiche parallele al fiume e con gradiente verso l'asse di questo.

Di questo comportamento sono del resto testimonianza anche i dati misurati dalla ricerca DISAT citata in precedenza. Simile comportamento si evidenzia anche nelle indagini di cui si riferisce nel seguito (Figg. 3.28 e 3.29), relative all'area prospiciente il Po ad ovest della città.

Si tratta delle indagini e valutazioni effettuate da Autostrade Centropadane per la progettazione del raccordo autostradale con la SS. 10 e il casello di Castelvetro e attraversamento del Po con il c.d. “terzo ponte”. Le isofreatiche, riferite al settembre 2003, indicano un flusso diretto verso il fiume. La stessa cosa si verifica consultando alcuni dei rilievi piezometrici eseguiti nell’area Tamoil per gli scopi della bonifica ambientale (7/2010). Anche in questo caso le direzioni di flusso sono dirette verso il fiume e congruenti con le isofreatiche tracciate con le misure 2011. Rispetto alle quote di falda rilevate nelle varie occasioni, si constata come le curve 2011, disegnate alla scala comunale, mostrino pendenze di raccordo al fiume più regolari rispetto ad entrambi gli altri rilievi di maggior dettaglio. In questi casi, infatti, il livello freatico presso il fiume è più depresso rispetto ai dati 2011, mentre è più alto a partire da una certa distanza dal fiume. Ciò dovrebbe confermare che, disponendo di dati prossimi al fiume, si evidenzia un raccordo netto o brusco con i suoi livelli idrometrici.

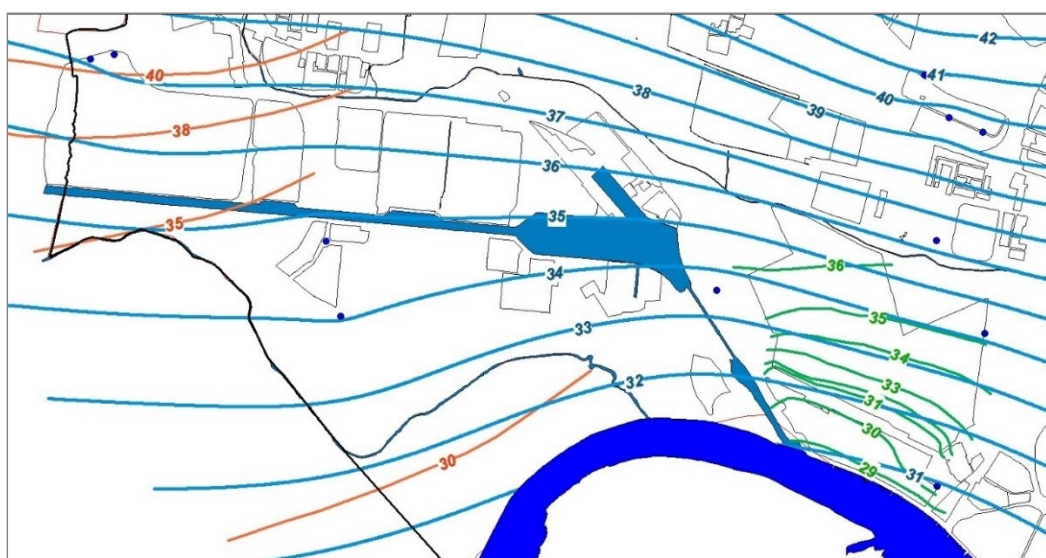


Fig. 3.28 Confronto tra isofreatiche 10 – 11/2011, Centropadane 9/2003 (arancione) e Tamoil 7/2010 (verde)

Naturalmente le relazioni tra falda superficiale e fiume dipendono dal livello idrometrico di questo al momento delle osservazioni. È quindi probabile che i livelli del 2011 rispondano alla situazione di moderata piena fluviale del periodo autunnale 2011.

Secondo le ricerche DISAT citate, le relazioni tra falda superficiale e fiume sono più complesse di quanto si pensi, essendo possibile, in caso di forte piena fluviale anche una inversione del flusso idrico, dal fiume alla falda, per una ampiezza modesta, ma significativa. Naturalmente, diverso è il caso delle falde profonde la cui alimentazione dal fiume risulta effettivamente già nota.

In generale, per tutta l’area del comune di Cremona e comuni vicini, era stata raccolta la documentazione disponibile relativa a rilievi piezometrici, ricavati prevalentemente da indagini geologiche per scopi ambientali, e per progetti di opere pubbliche o comunque significativi interventi di trasformazione. Sono state così digitalizzate una ventina di mappe piezometriche, di dimensioni da ampie a molto modeste, sempre comunque riferite alla falda freatica. Oltre agli esempi già presentati, ne erano riportati altri due: uno relativo alle aree di trasformazione subito ad ovest del centro città e l’altro relativo alla zona di S. Rocco, in valle, a sud est della città storica. Lo scopo dei confronti è tuttora quello di verificare sia l’andamento planimetrico delle isopieze, che le variazioni di quota della falda nel tempo. Occorre dire che la messa a disposizione di molte relazioni geologiche più recenti, fino ad inizio 2023, da parte degli uffici comunali, ha

consentito di reperire nuova documentazione geotecnica e sismica, ma quasi nulla di più ampio e approfondito sul tema idrogeologico e sull'andamento della superficie piezometrica in aree di una certa ampiezza.



Fig. 3.29  
Confronto tra isofreatiche 10 – 11/2011,  
Feltrinelli 7/2002 (blu scuro), Fragni  
10/2011 (viola),  
Incrociatello 4/2011 (verde), Evicar  
11/2005 (marrone)

Nel caso di figura precedente, la somiglianza maggiore si verifica per le isopieze “Fragni” rilevate nello stesso periodo di quelle dello studio geologico 2011, e con quelle “Evicar”, precedenti di 6 anni, ma rilevate nella stessa stagione. Le isolinee “Feltrinelli” sono simili nell’andamento, ma a quote più profonde, così come quelle “Incrociatello” che si riferiscono al 2011, ma ad un periodo dell’anno a falda un po’ più bassa; le differenze sono comunque sempre contenute entro 1 – 1,5 m.

L’ultimo confronto proposto, riguardava la zona di valle della Discarica di S. Rocco e dell’attuale inceneritore. Qui, però, la mappa delle isofreatiche, per quanto riutilizzata anche successivamente, riporta misure degli anni ‘90, di data varia, mentre il piccolo rilievo a sud est, lungo l’autostrada, si riferisce ad una pratica ambientale su un sito di distribuzione carburanti (Tamoil).

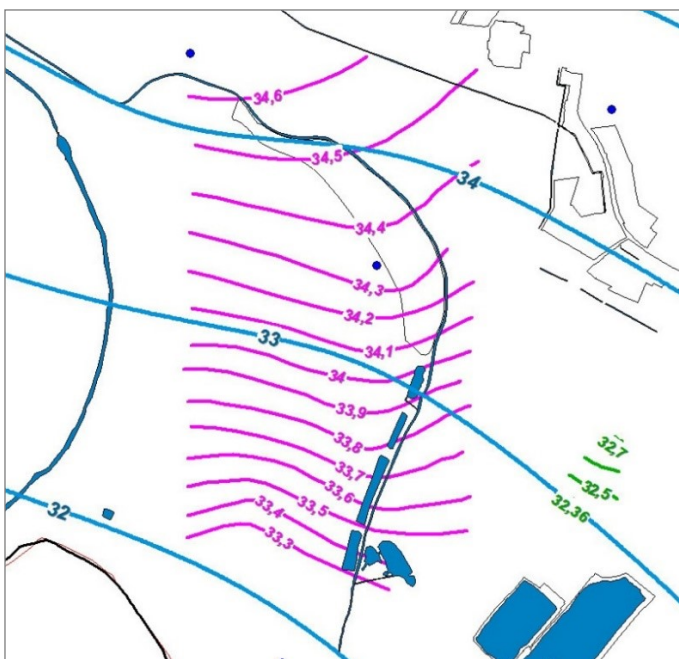


Fig. 3.30  
Confronto tra isofreatiche 10 – 11/2011,  
Discarica S. Rocco anni 90 (viola), distributore  
Tamoil 5/2008 (verde)

Le isopieze dell'area discarica mostrano pendenze più ridotte di quelle 2011 e andamenti simili, nella parte ovest dell'area indagata, ma con inflessione convessa verso est, al contrario di quelle estese 2011. Si potrebbe immaginare che in corrispondenza del Colo Morta e degli specchi d'acqua che terminano al Bodrio Vacchelli si collochi un flusso locale, ma significativo, di alimentazione alla falda, che darebbe origine alla locale divergenza di flusso.

Una mappatura delle superfici piezometriche su ampie aree, dopo i casi citati in precedenza, è stata realizzata solo nel 2014 per gli scopi di pianificazione del Piano Tutela delle Acque (PTUA) 2016. In questa occasione la Regione ha predisposto una consistente integrazione della rete di monitoraggio ARPA esistente e ha gestito, tramite appositi gruppi professionali, la rilevazione delle piezometrie della falda superficiale e della falda profonda in due campagne, della primavera e autunno 2014. Per la struttura dell'acquifero superficiale (ISS), sono stati aggiunti, su tutta la pianura e le valli montane, 585 punti di controllo ai preesistenti 204; una decina riguardano il territorio di Cremona ed aree più prossime.

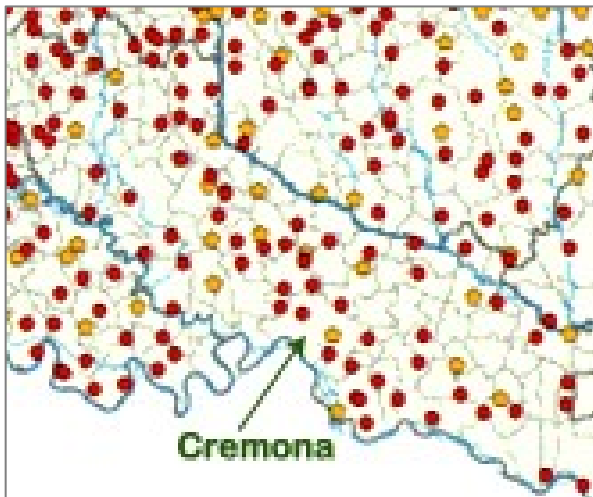


Fig. 3.31

Punti di controllo piezometrico 2014.  
giallo: rete ARPA preesistente  
rosso: punti integrativi

Fig.3.32

I Corpi Idrici della Idrostruttura Sotterranea Superficiale (ISS)



Sono state meglio identificate le idrostrutture principali: la Idrostruttura Sotterranea Superficiale (ISS), la Intermedia (ISI) e la Profonda (ISP); compartimentati i Corpi Idrici Sotterranei e ricostruite le strutture con molte nuove sezioni. L'area di Cremona interessa 2 diversi Corpi Idrici degli 11 dell'Idrostruttura: esattamente la Media Pianura Adda-Oglio e la Bassa Pianura del Po .

Nella figura seguente sono messe a confronto le isofreatiche del rilievo dettagliato 2011, quelle “regionali” riferite al settembre 2014, e quelle, meno dettagliate, utilizzate dal Piano di Bonifica DUNAS ed.2020. Si constata una buona corrispondenza tra le isopieze 2011 e 2014, pur con minori dettagli locali. Le differenze di quota sono dell’ordine di 0,5-1 m nelle aree aperte, anche un po’ maggiori nelle aree urbanizzate centrali.

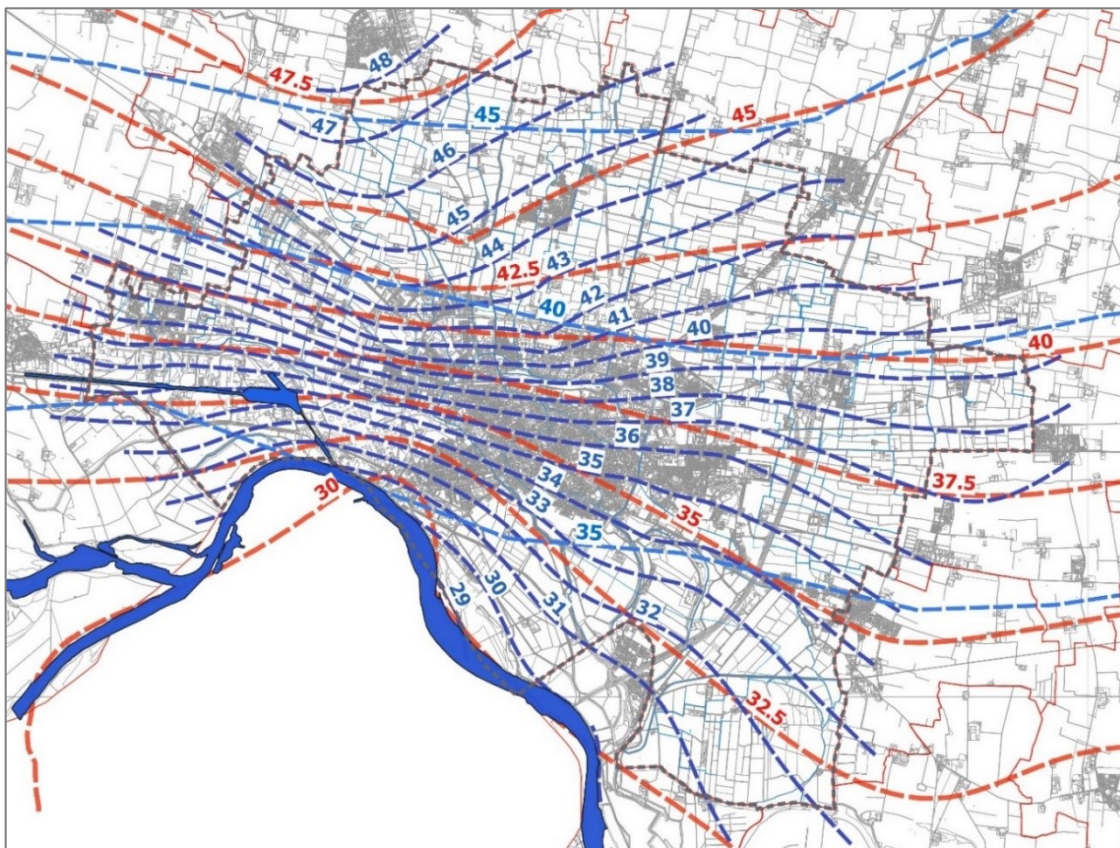


Fig.3.33 Isofreatiche: Studio Geologico 10-11/2011 (blu); PTUA 9/2014 (rosso); Piano Bonifica DUNAS 2020 (data rilievi ?) (azzurro)

### 3.3 Piezometria e soggiacenza della falda freatica

#### 3.3.1 Oscillazioni piezometriche e dati aggiornati

Nelle pagine precedenti, si è già fatto riferimento alle variazioni piezometriche nel tempo, con riferimento quasi esclusivo alla falda freatica.

A completamento del tema, si riportano i dati rilevati in vari punti di controllo e commenti alla situazione, anche ricavati da altre fonti e una serie di dati puntuali e di trend che consentono di verificare, a campione, lo stato attuale della falda. Sono disponibili rilievi mensili in punti di monitoraggio ARPA, rilievi periodici di AEM in alcune specifiche situazioni ancora sotto il proprio controllo (es. discarica di San Rocco) e registrazioni orarie effettuate da Padania Acque in alcuni suoi piezometri, negli ultimi 5-6 anni.

Fino ad alcuni anni fa, e precedentemente ai rilievi del 2011, si disponeva anche di serie di dati provenienti dai piezometri dei consorzi di bonifica, rilievi che, come già ricordato, sono stati recentemente interrotti.

Infine bisogna ricordare che alcune misure sono state effettuate nel 2016 per uno degli aggiornamenti geologici relativi a varianti del PGT di Cremona.

Tutto ciò non è tuttavia paragonabile ad un nuovo rilievo sistematico dei valori piezometrici, sia di falda freatica, sia eventualmente delle falde più profonde. Deve essere inteso come una verifica campionaria dell'andamento generale, nel tempo, delle quote piezometriche di prima falda, in attesa di un aggiornamento almeno di pari dettaglio di quello del 2011 o, eventualmente di quello regionale del 2014.

Una operazione di questo tipo comporta una organizzazione impegnativa e la verifica preventiva di varie condizioni, per poter realizzare le misure in sito in un arco di tempo limitato e su punti selezionati e di quota nota.

Si veda intanto, nel seguito, un estratto della documentazione della relazione 2011 che riguarda oscillazioni piezometriche precedenti a tale data. Si faceva riferimento ai seguenti punti e alle seguenti fonti del dato:

Tab. 3.6

Punto	P.c. m	Profondità m	Falda/e
Punto monitoraggio Arpa Pozzo 5 Campo pozzi est AEM	43,43	218	confinato 3
Punto monitoraggio Arpa Malagnino 3 Padania Acque	42,68	164	confinato 2
Punto monitoraggio Arpa Piezom. 6 Campo pozzi est AEM	43,10	10	freatico
Piezometro 2 Discarica Bastida AEM	38,00	12	freatico
Piezometro 10 Discarica S. Rocco AEM	35,05	15	freatico
Freatimetro Consorzio Vacchelli C.na Caffa	47,55		freatico
Freatimetro Consorzio Vacchelli – loc. Fossadoldo	52,00		freatico
Freatimetro Consorzio Vacchelli – loc. Ossalengo	49,60		freatico

Il grafico relativo al piezometro 10 della ex discarica di S. Rocco, gestito da AEM, è ripreso tal quale da AEM, mentre il grafico relativo al Piezometro 2 Bastida, sempre di AEM, è elaborato dai dati AEM e integrato con la misura effettuata direttamente nell'ottobre 2011. I grafici dei punti della rete di monitoraggio Arpa (ora Padania Acque Piezom. 6 campo est e Pozzo 5 campo est) sono ricavati direttamente dalle misure richieste ad Arpa. Infine, i grafici relativi ai freatimetri dell'ex Consorzio Vacchelli derivano dai dati forniti a suo tempo dal Consorzio.

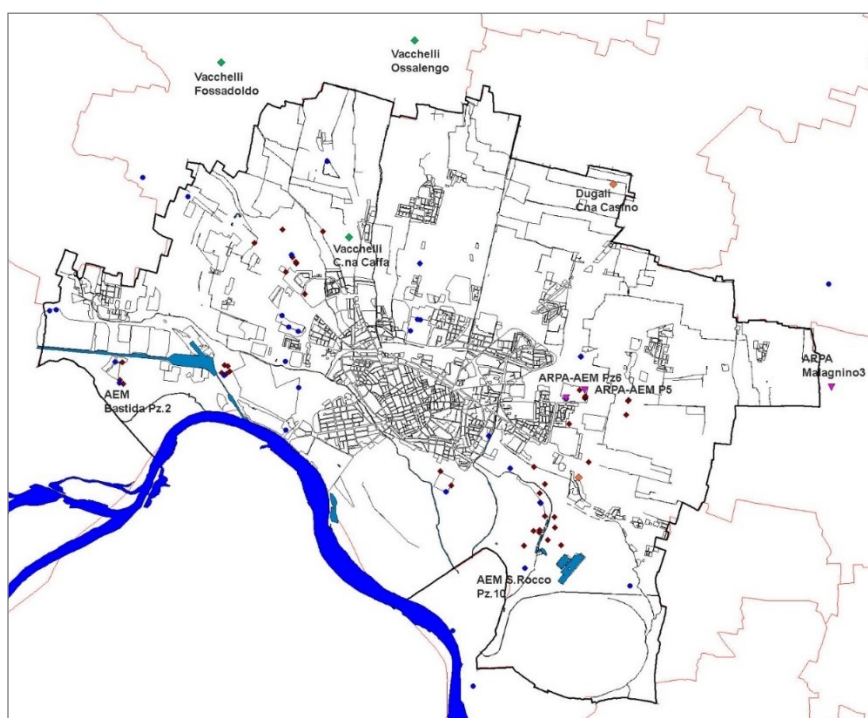
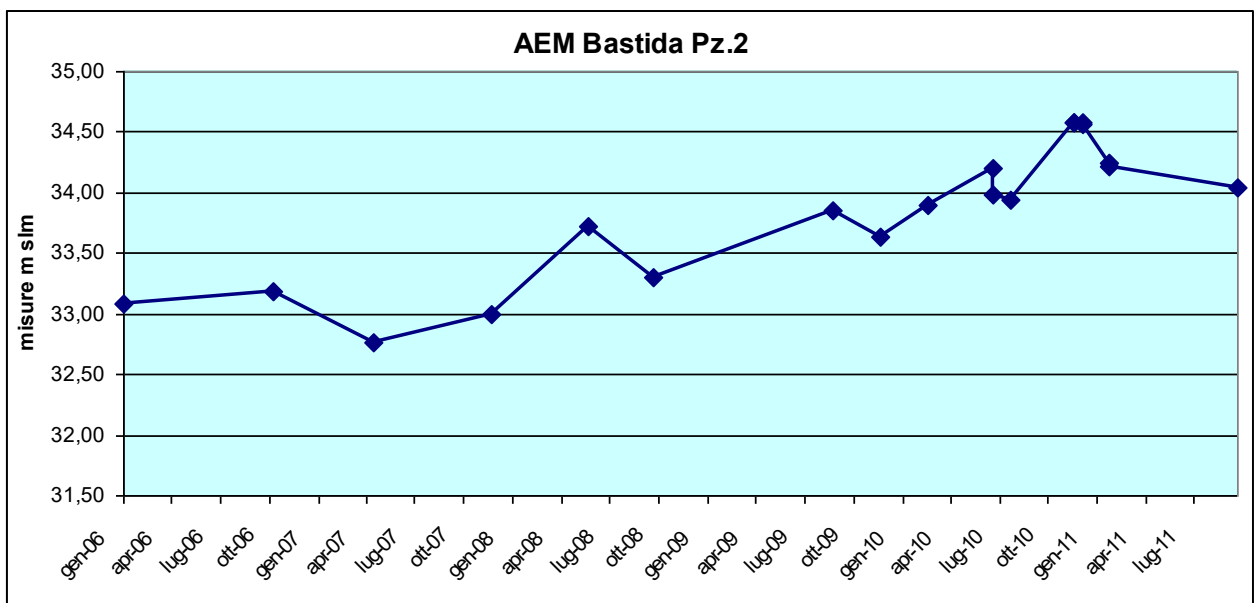
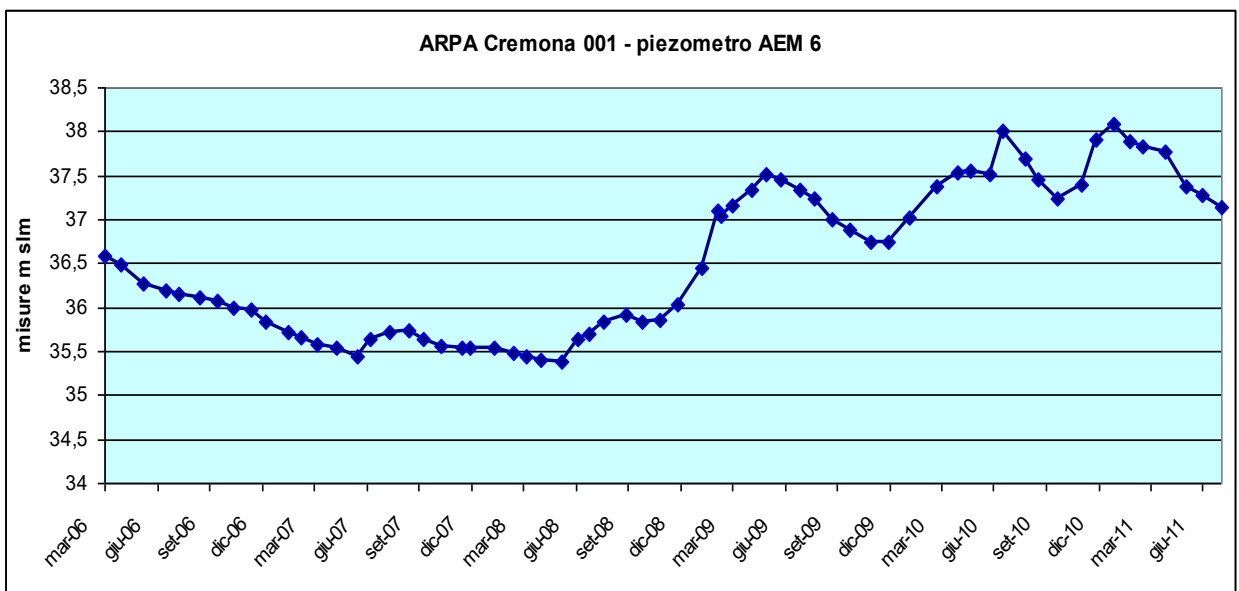
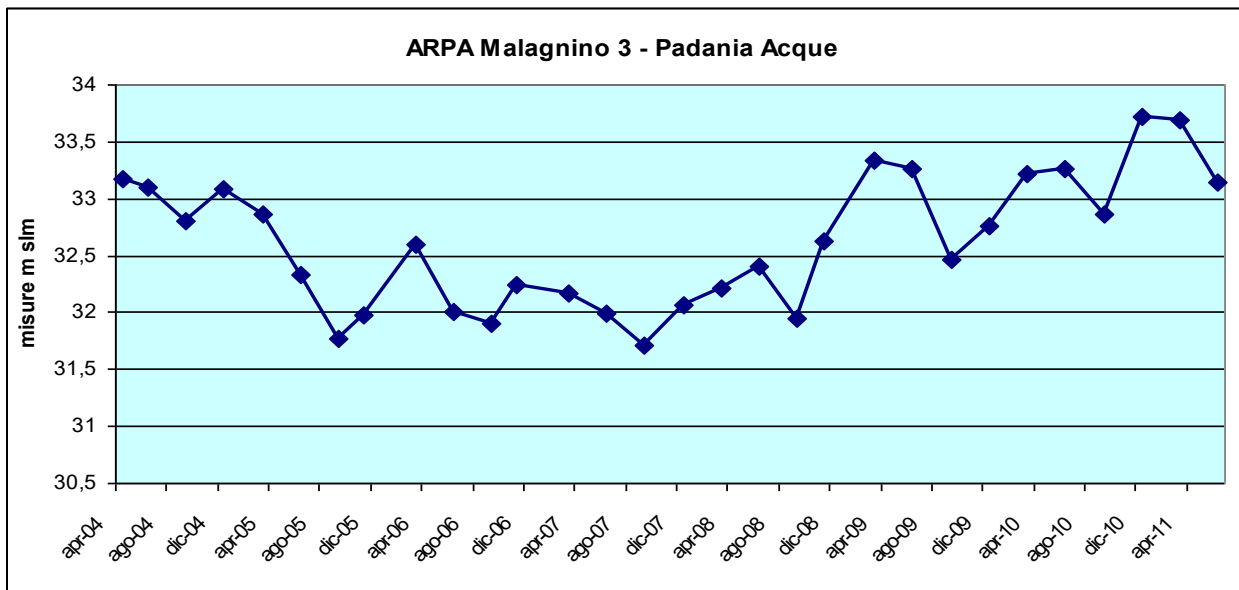
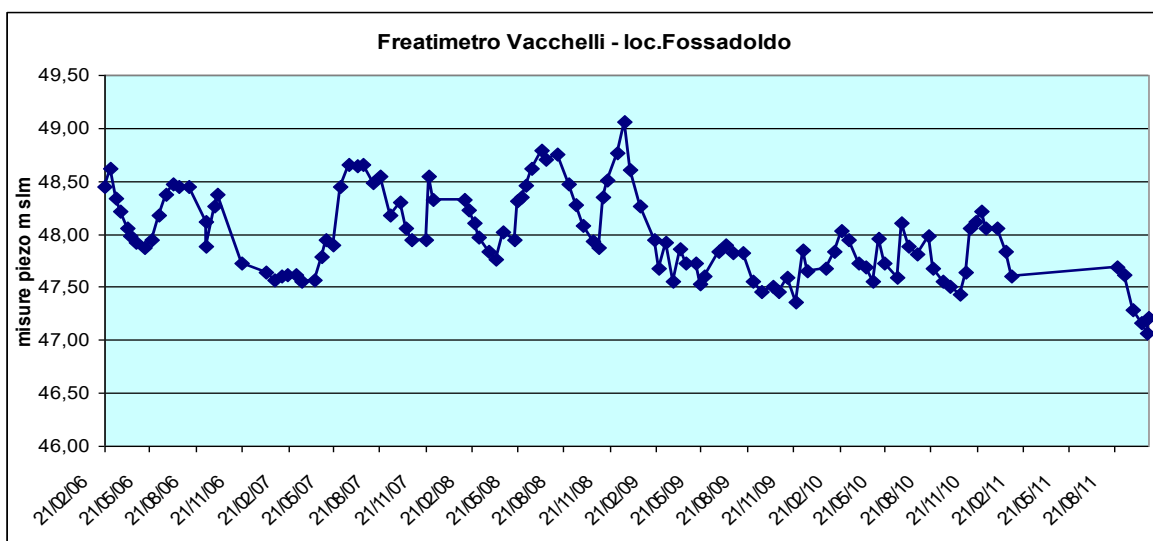
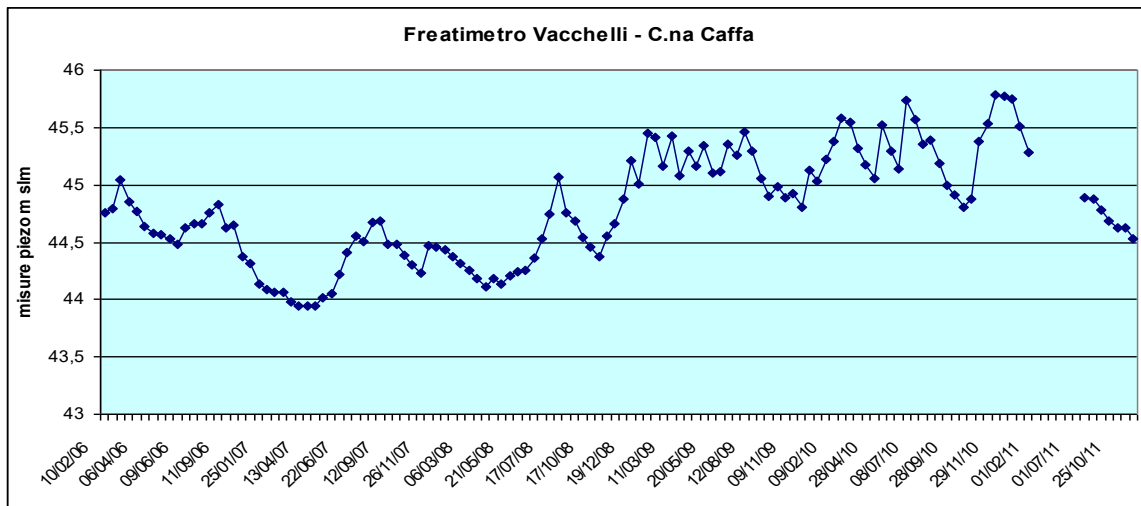


Fig. 3.34

Ubicazione dei punti di monitoraggio documentati nei grafici dei valori piezometrici misurati

Figg. 3.35, 36, 37, 38, 39 Grafici delle oscillazioni dei livelli piezometrici in punti di controllo





Si conferma quanto già noto, cioè la presenza di quote piezometriche della falda freatica sempre maggiori a quelle di tutti gli acquiferi sottostanti, semiconfinati e confinati.

Quanto alle variazioni intervenute negli ultimi anni, in particolare tra 2006 e 2012, tutti i punti di controllo evidenziano trend simili. La tendenza iniziale, dal 2006 – 07 alla metà del 2008 (range fine 2007 – fine 2008) è quella di un abbassamento dei livelli piezometrici di circa 1 metro. Segue la fase di crescita, dovuta agli anni piovosi 2008 e 2009, che si protrae fino alla fine del 2010 e alla quale segue una nuova fase di abbassamento nel corso del 2011, inizio 2012, per l'entrata in un biennio di minori precipitazioni. Fa eccezione a questa descrizione, l'andamento freaticometrico alla stazione di controllo dell'ex Consorzio Vacchelli nella località Fossadoldo, in Comune di Castelverde. Qui, tra inizio 2006 e fine 2011, sembra si sia verificato un abbassamento della falda di circa 3 m.

Complessivamente le variazioni intervenute nel periodo considerato sono comunque contenute, in aumento o diminuzione, entro 1,5 e 3 metri, anche se con oscillazioni secondarie positive e negative nell'arco del periodo.

Le oscillazioni di breve – medio periodo sono anche di carattere stagionale, correlate, nell'area di Cremona ad almeno tre principali fattori: piovosità, piene fluviali e irrigazione. L'irrigazione, come in tutta la pianura irrigua, produce le variazioni regolari più efficienti sulla falda freatica ed è all'origine dei massimi piezometrici

estivi della falda stessa nella pianura cremonese. Tuttavia, si tratta di una regola non assoluta, poiché frequentemente si assiste a massimi autunno/invernali o primaverili.

L'oscillazione interannuale è quasi sempre contenuta in un valore massimo di 1 m, salvo per i punti collocati nelle aree vallive non lontane dal corso del Po e direttamente influenzate dalle variazioni del livello idrometrico del fiume. In questi casi, soprattutto nella parte sud del territorio comunale, si segnalano oscillazioni rapide della soggiacenza freatica nelle aree golenali per ampiezze fino a 5 – 6 m complessivamente.

Il grafico sottostante mostra la sequenza dei valori differenziali rilevati tra successive misure, in genere quindicinali, tra 2008 e 2010 alla C.na Caffa (ex Consorzio Vacchelli).

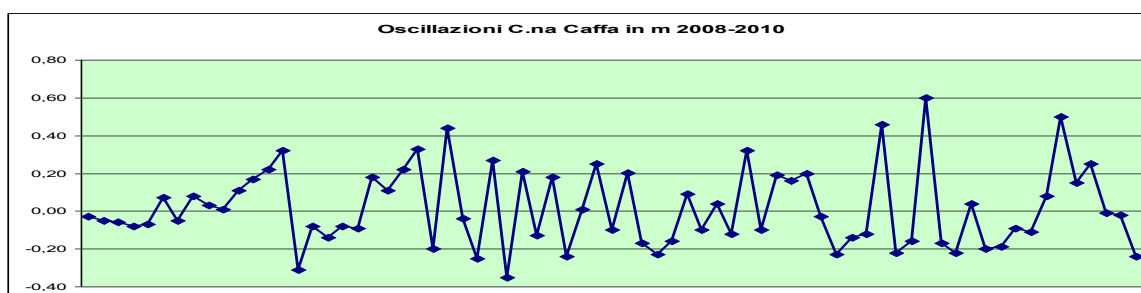


Fig. 3.40 Valore delle differenze di quota freatica tra misure consecutive alla C.na Caffa (2008 – 10)

Relativamente al decennio successivo e ai dati più recenti e attuali disponibili, si può vedere la tabella successiva che raccoglie dati puntuali sparsi, di varia fonte, recuperati o messi a disposizione da vari enti (ARPA, Padania Acque, AEM) su specifica richiesta del Comune di Cremona.

nome_sigla	prop_ges	comune	sito	quota pc carta	data	sogg_ls_pc	data	sogg_ls_pc	data	sogg_ls_pc	data	sogg_ls_pc	data	sogg_ls_pc	data	sogg_ls_pc	Δ cm	
Pz1	Padania Acque	Cremona	Depuratore												2/2023	5,48		
Pz2	Padania Acque	Cremona	Depuratore	37,56			27/10/11	4,62							2/2023	5,84	0,58	
Pz3	Padania Acque	Cremona	Depuratore												2/2023	5,76		
PZ1B	Padania Acque	Malagnino	Discarica	39,95			27/10/11	3,37	14/12/2016	3,06	15/11/2019	3,01	15/11/2022	3,70	23/1/2023	3,18	-0,19	media misure orarie
Pz3B	Padania Acque	Malagnino	Discarica	39,60					15/11/2017	4,21	15/11/2019	3,71	15/11/2022	4,29	23/1/2023	3,85		media misure orarie
Pz1	Padania Acque	Cremona	Ca' del Binda	48,50			27/10/11	5,43							2/2023	6,35	0,92	
Pz4	AEM	Cremona	Disc.S.Rocco	37,10			27/10/11	2,74	15/05/2018	3,10	23/5/2019	3,16	9/6/2022	3,60			0,86	
PZ10	AEM	Cremona	Disc.S.Rocco	35,05			27/10/11	3,20	14/12/2016	2,90	23/5/2019	3,74	9/6/2022	4,26			1,06	
PZ3	AEM	Cremona	Discarica Bastida	39,47			27/10/11	4,80	14/12/2016	4,89							0,09	verifica quota pc aiuola ?
Cna Caffa	Vacchelli	Cremona	Migliaro O	47,55			27/10/11	2,88	14/12/2016	3,70							0,82	verifica quota pc da usare
Cim_8	Cimitero piezometri	Cremona	Cimitero Chiostro N	47,30			04/11/11	5,84	14/12/2016	6,24							0,40	
DUG1	Dugali	Cremona	Cna Casino	45,30			04/11/11	2,17	14/12/2016	2,70							0,53	quota p.c.
Pz_DE2 (o 2bis)	Padania Acque	Cremona	Campo Est	43,50			01/12/11	5,09	14/12/2016	11,48	15/11/2019	11,10	2/4/2022	11,68				valore mediato non confrontabile
Pz_DO1	Padania Acque	Cremona	Campo Ovest	46,28						13,34	15/11/2019		15/11/2022					valore mediato non confrontabile; quote pc diverse
PO019033NRA001	ARPA	Corte d.Frati	pozzo pubblico	48,01	11/2006	1,56	10/2011	1,77					11/2022	1,22	2/2023	1,19	-0,37	
1	ARPA	Cremona	pozzo pubblico	42,99	11/2006	7,01	10/2011	6,42					10/2022	7,98	2/2023	8,08	1,07	
PO019051NRA001	ARPA	Grumello ed U.	pozzo pubblico	46,42			11/2012	1,39					11/2022	1,68	1/2023	1,83	0,44	
PO019056NRA001	ARPA	Malagnino	pozzo pubblico	41,00					11/2014	2,62			11/2022	4,43			1,81	
PO019077NRA001	ARPA	Pozzaglio ed U.	pozzo pubblico	53,81	11/2006	3,13	10/2011	3,2					11/2022	3,15	2/2023	2,94	-0,13	
PO019103NRA001	ARPA	Stagno L.	pozzo pubblico	34,83	11/2006	6,26	11/2011	4,94					11/2021	6,39				

Tab. 3.7 Rilievi della falda freatica tra 2011 e 2023 in punti campione

Si veda anche la mappa seguente che indica l'ubicazione dei punti segnalati nella tabella. In rosso i punti della rete ARPA.

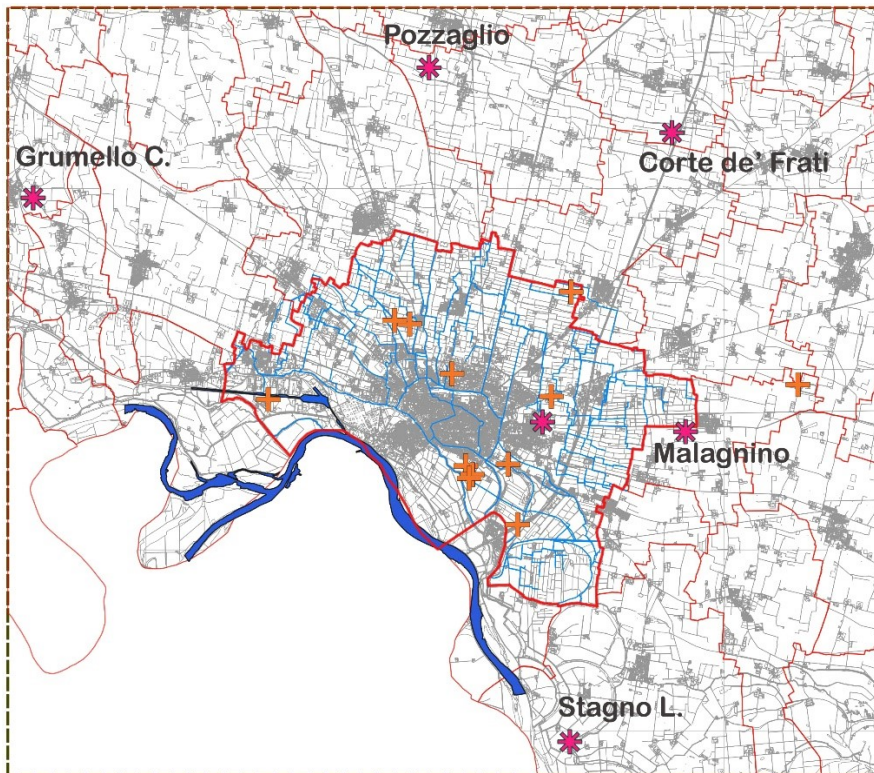


Fig.3.41

Punti di monitoraggio quantitativo ARPA (nomi + Cremona) ed altri punti di controllo 2011-23

Prima di commentare i dati della tabella si possono vedere anche vari grafici delle oscillazioni piezometriche in alcuni dei punti selezionati, sempre limitatamente alla sola falda freatica.

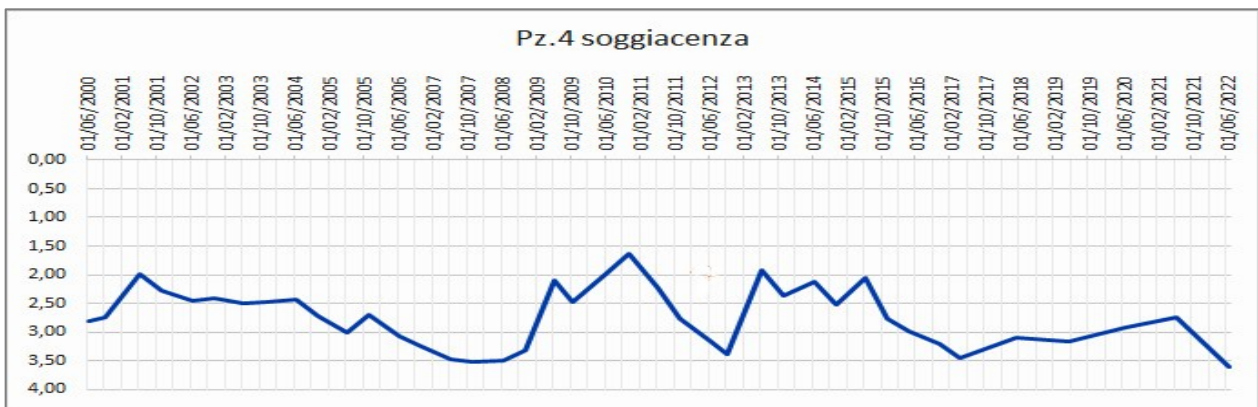


Fig.3.42 Pz4 AEM 2000-22 scarica di San Rocco

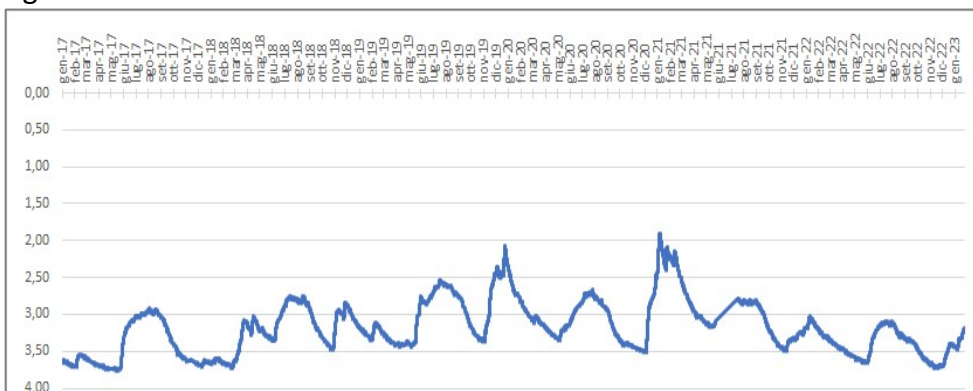
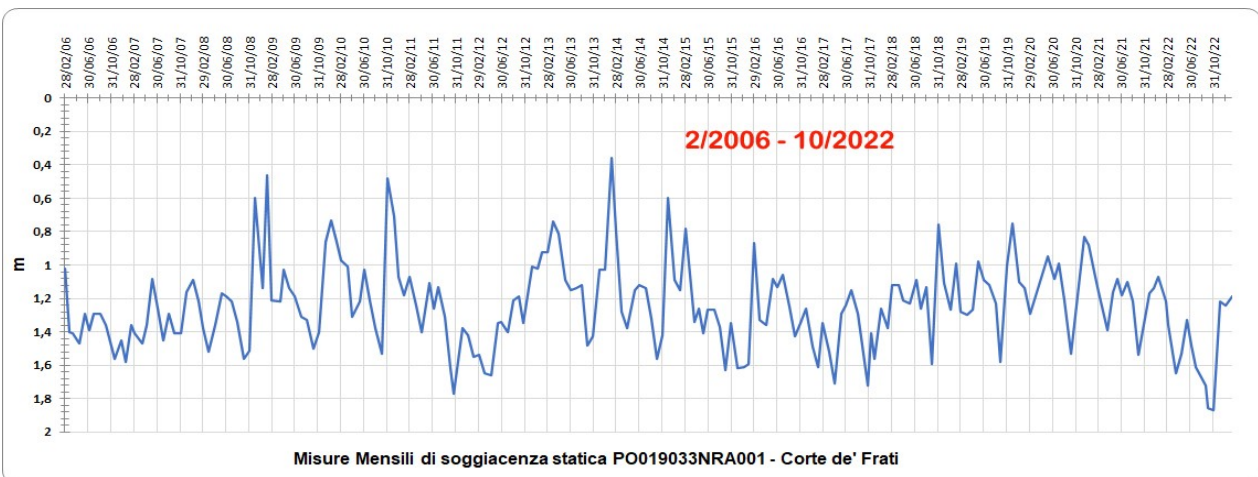
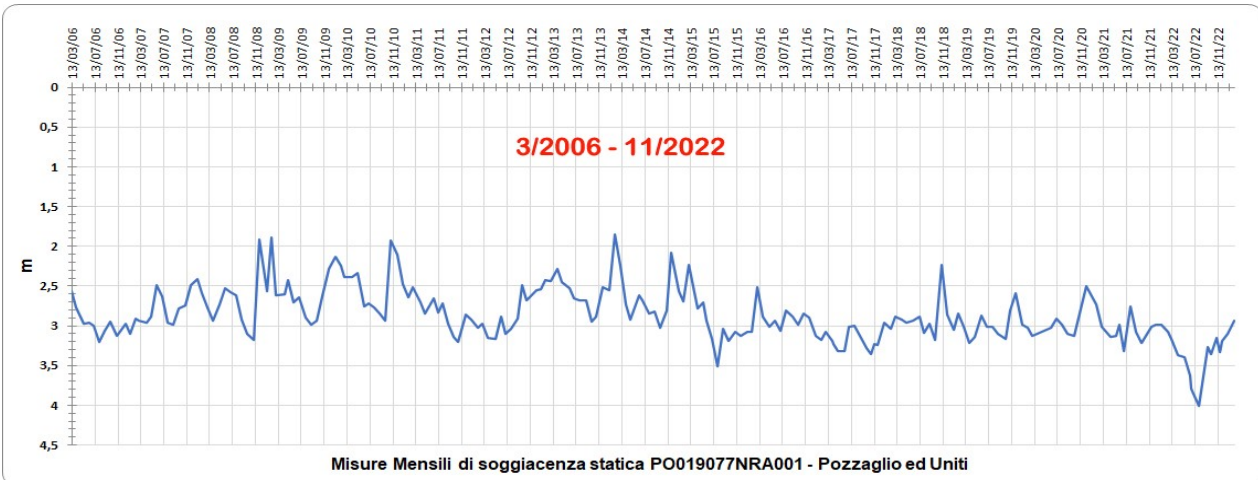
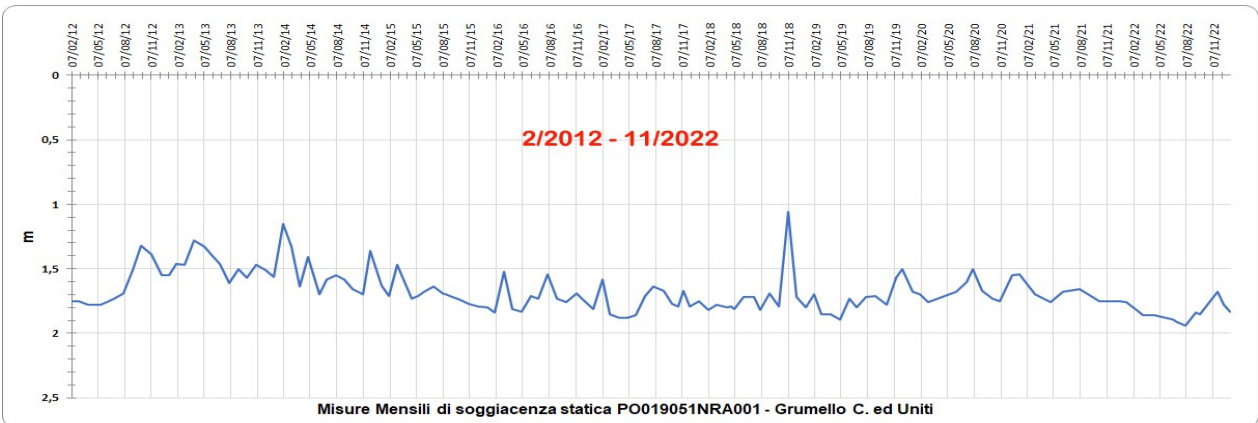
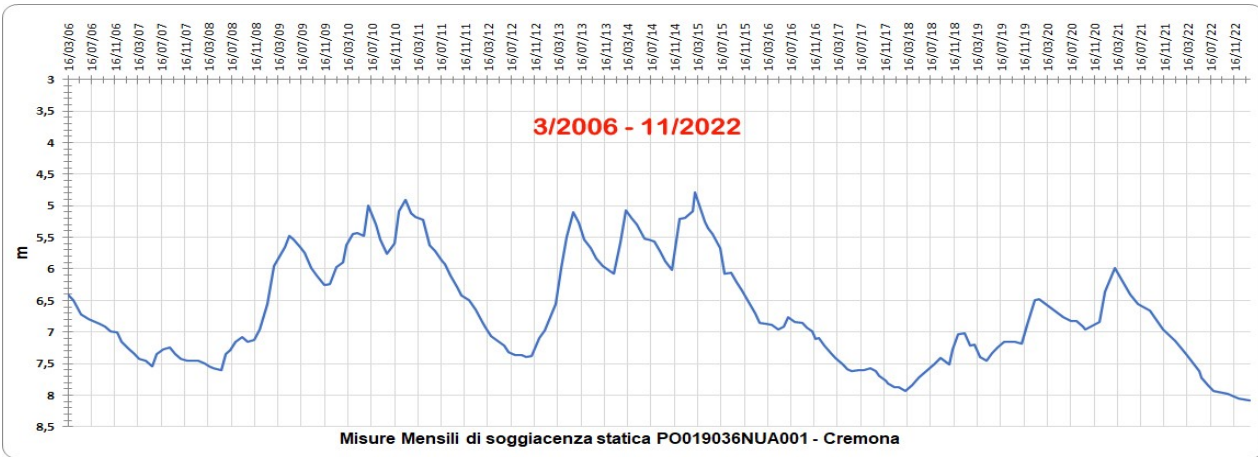
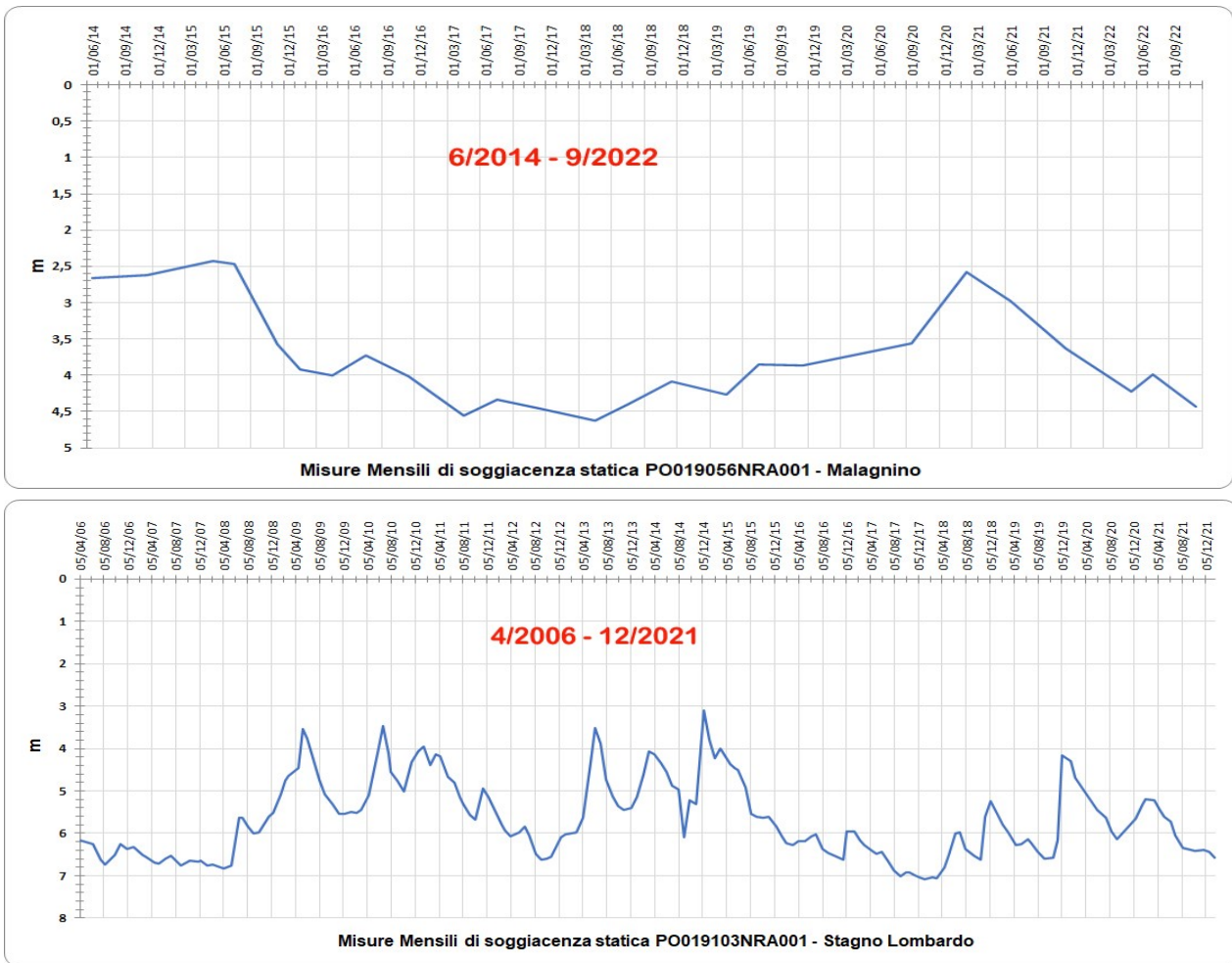


Fig.3.43  
Pz1 Disc.  
Malagnino





Figg.3.44, 45, 46, 47, 48, 49 Grafici oscillazioni freatiche alle stazioni di monitoraggio ARPA

Come è evidente dai grafici, si assiste ad una forte oscillazione annuale e interannuale, dovuta a pioggia e irrigazioni, di ordine variabile tra 1 e 2-3 m, anche in presenza di soggiacenze assai modeste. E' anche evidente l'andamento storico medio degli ultimi 20 anni, caratterizzato sostanzialmente da una fase di crescita tra 2008 e 2015 circa, dopo un quinquennio di abbassamento dei livelli. I trend successivi sono in genere in decrescita, pur con oscillazioni positive, come tra 2019 e 2021, e in netto calo negli ultimissimi mesi di monitoraggio.

Sulla base dei pochi dati rilevati (tabella precedente) si conta che, nell'ultimo decennio, prevalgono decisamente gli incrementi dei valori di soggiacenza, cioè la riduzione delle quote di falda nel terreno per valori da 10 cm ad oltre 1 m. Come detto, i valori sono in genere in ulteriore decrescita tra autunno 2022 e inizio 2023. Naturalmente occorrerebbero molti più dati e una analisi più circostanziata delle situazioni, ma il trend, seppure non marcato, è ben riconoscibile. Osservazioni convergenti, anche molto più allarmanti provengono dai siti con acque affioranti, che sono sempre segnalate a livelli molto più bassi della norma.

### 3.3.2 Mappatura della soggiacenza

Elaborazioni specifiche dedicate alle rappresentazioni della profondità dal piano campagna delle acque di falda, sono state realizzate già per alcune delle indagini idrogeologiche realizzate negli anni '80 e '90. Si presume si tratti sempre di carte redatte sulla base di valori misurati in punti filtranti la sola falda superficiale la cui base, nell'area cremonese, arriva a circa 20-25 m di profondità, ma con forti riduzioni, specialmente

nelle zone di margine. La base della idrostruttura superficiale (ISS) è stata mappata nell'ambito degli studi per il PTUA 2016 ed è rappresentata nella figura seguente in termini di distanza da piano campagna.

Sappiamo anche che la superficie piezometrica della falda freatica presenta i valori più elevati di quota idrostatica rispetto alle falde intermedie e profonde, e dunque rappresenta la tavola d'acqua meno lontana dalla superficie del suolo.

Nella figura seguente sono rappresentate le curve, poco differenti l'una dall'altra, utilizzate per rappresentare la soggiacenza in vecchi lavori: "Piano Cave" prima ed. 1986 e nella ricerca ENEA per la individuazione di siti di discarica in Provincia di Cremona (1992).

In queste carte erano indicati valori di soggiacenza inferiori a 3 m per la porzione di pianura a nord – est di Cremona, verso Persico Dosimo, e in quasi tutta l'area della valle del Po.

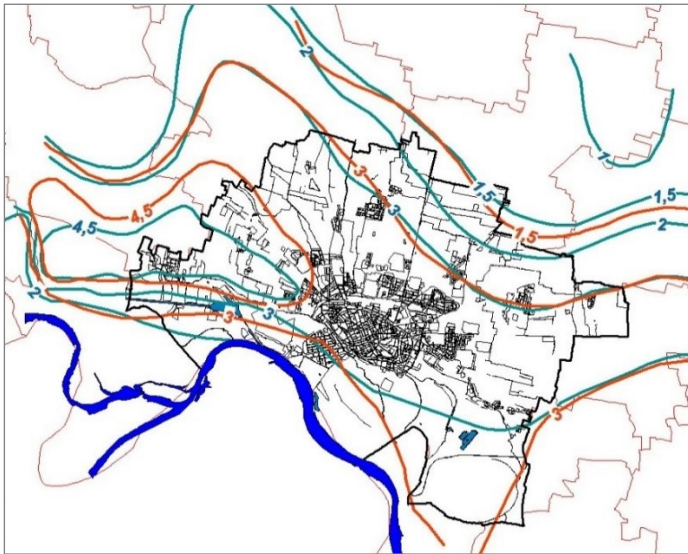


Fig. 3.50

Isolinee di ugual soggiacenza secondo Geotepro (Piano Cave 1986) e studio ENEA (Provincia Cremona 1992)

Anche nello studio geologico per il Prg 2002 di Cremona (G. Bassi 2000) è presente una mappatura dei valori di soggiacenza, anche se non riferiti ad uno specifico intervallo di tempo.

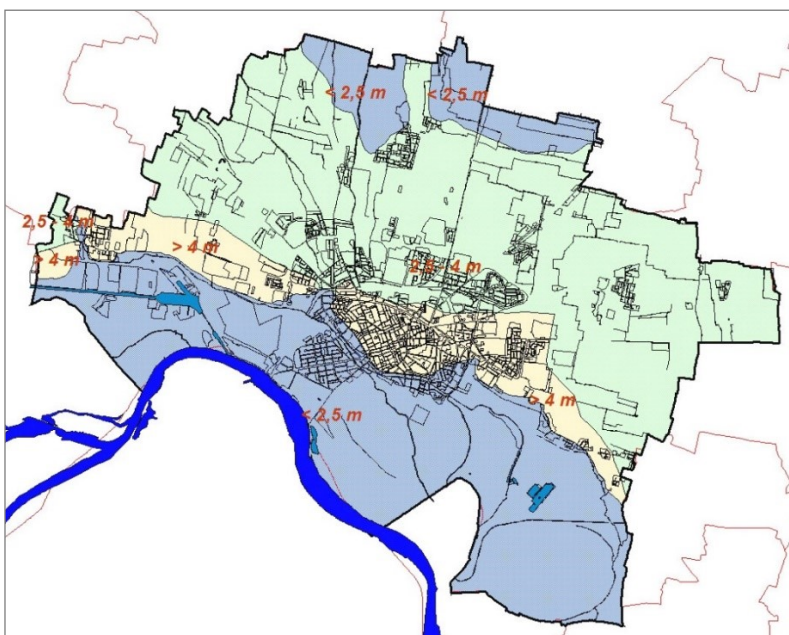


Fig. 3.51

Aree di isosoggiacenza secondo la Tav. 3 di G. Bassi (2000)

La carta Bassi propone una legenda in tre classi di soggiacenza.

I valori minimi (inferiori a 2,5 m) occupano tutta l'area della Valle Po e alcune porzioni di pianura al confine nord del territorio, a nord della frazione Boschetto e al confine con Castelverde e Persico Dosimo.

Più a sud, la gran parte della pianura è interessata da soggiacenze tra 2,5 e 4 m, fatte salve le aree del centro storico e la fascia di territorio, ad est ed ovest del centro, prospiciente il margine del terrazzo principale, per una ampiezza di 0,5 – 1 km. Questa ampia fascia, è quella con soggiacenza relativamente più elevata, pari comunque a più di 4 m.

Per la redazione della carta della soggiacenza freatica con i dati rilevati nel 2011 si è operato con le seguenti operazioni:

- a) elaborazione della carta dei poligoni rappresentativi degli intervalli di quota delle curve isofreatiche;
- b) rasterizzazione della carta poligonale
- c) produzione di un file raster in formato grid di Esri da file quote disponibile nel database topografico comunale (oltre 52000 punti quotati a terra)
- d) produzione dello strato soggiacenza da operazione di sottrazione del piano "piezometria" dal piano "quote" campagna
- e) correzione manuale dello strato finale per tenere conto di morfologie particolari (es. argini) ed eliminazione dei poligoni di risulta e di minima dimensione.

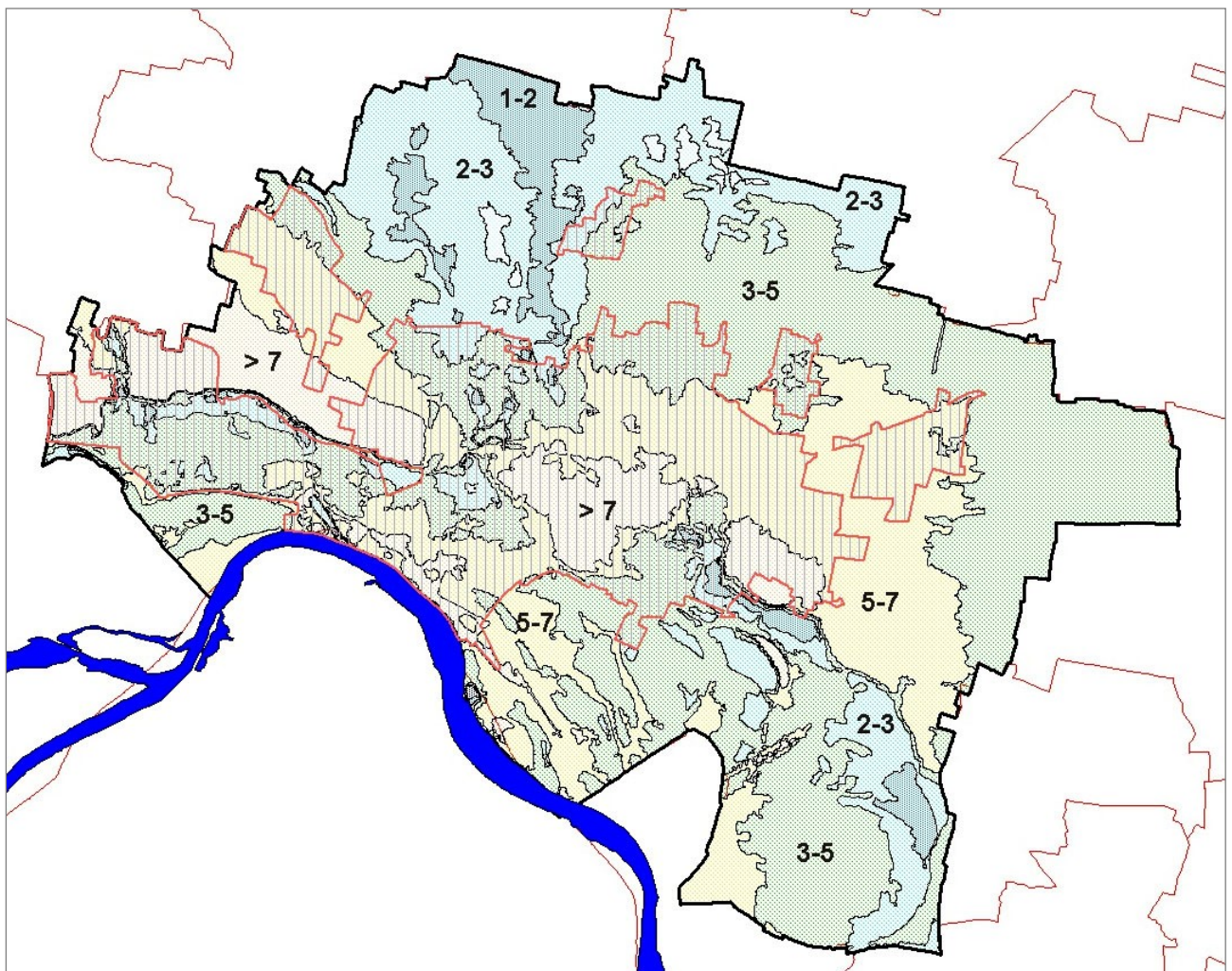


Fig. 3.52 Carta della soggiacenza della falda freatica (10 – 11/2011)

La carta utilizza 6 intervalli di soggiacenza principali (0 – 1 m, 1 – 2 m, 2 – 3 m, 3 – 5 m, 5 – 7 m, > 7 m) e due classi intermedie, parzialmente sovrapposte alle prime (3 – 4 m, 5 – 6 m).

Le aree di bassa soggiacenza, qui rappresentate con le classi 0 – 1 m, 1 – 2 e 2 – 3 m si ritrovano sulla pianura nella Parte nord del territorio, ma si prolungano da Castelverde verso il margine della porzione nord – ovest del centro città. Aree con soggiacenza inferiore a 3 m sono anche presenti in valle , soprattutto nelle zone più interne e lungo i tracciati degli antichi meandri. Le superfici con 3 – 5 metri (e 3 – 4 m) di soggiacenza sono le più diffuse, sia sulla pianura, sia in valle, rappresentando circa il 42% del territorio, ma anche le aree con soggiacenza maggiore sono assai rappresentate (36%) soprattutto verso il bordo della pianura e in vari ambienti anche della valle.

Una ulteriore rappresentazione della soggiacenza, di qualche anno più recente, è stata ricavata dalla rasterizzazione delle isofreatiche regionali 2014. I valori delle quote di falda, nella mappa che rappresenta lo stato al 9/2014, sono stati sottratti dalle quote di piano campagna del dtm regionale 5x5 m. Il risultato è ben confrontabile col rilievo 2011, a conferma della adeguatezza del modello locale.

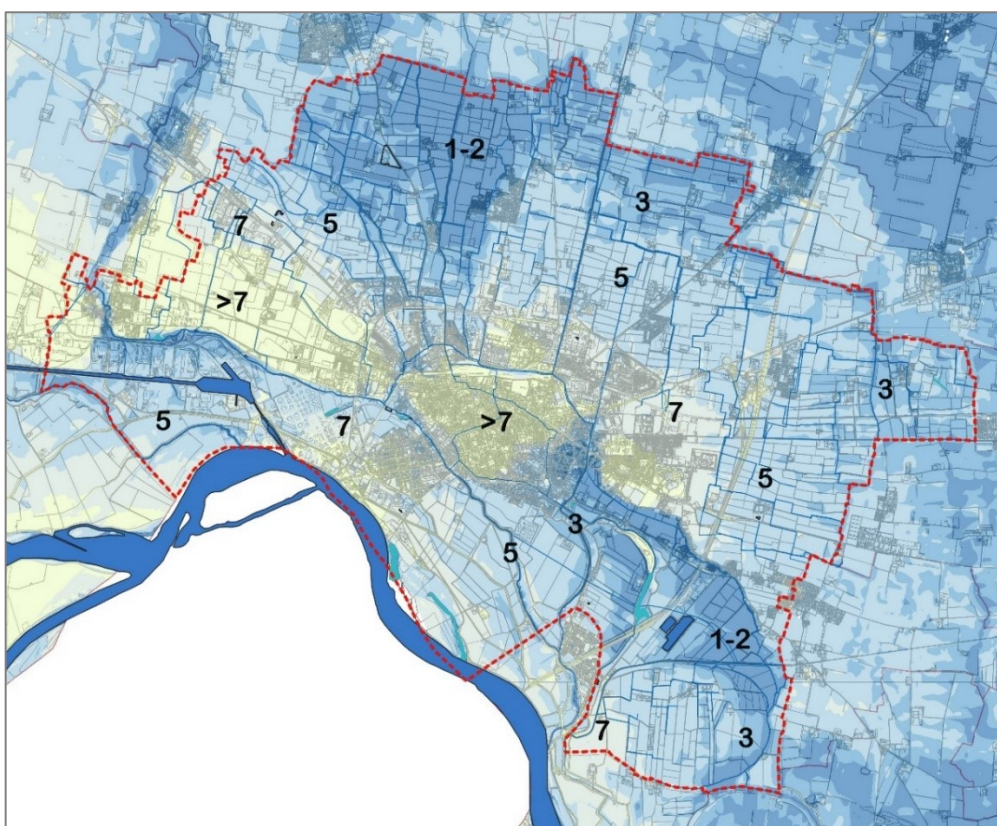


Fig.3.53 Soggiacenza al 9/2014 da dati PTUA

### 3.4 Note sulla vulnerabilità degli acquiferi

#### 3.4.1 Nota metodologica

Sono disponibili varie proposte e più metodi per la stima della vulnerabilità delle falde idriche sotterranee ad opera di inquinanti idrosolubili e idroveicolati, provenienti dalla superficie del suolo o dal primo sottosuolo.

La vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento idroveicolato si distingue convenzionalmente in "vulnerabilità intrinseca" e "vulnerabilità integrata".

La vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi si può definire come la loro suscettività specifica a ricevere e diffondere un inquinante che può alterare le acque sotterranee. Essa dipende dalle caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero e dalla litologia/granulometria del terreno non saturo soprastante.

Per vulnerabilità integrata si intende, in genere, la rappresentazione e/o valutazione delle pressioni a cui l'ambiente è sottoposto sotto forma di centri di pericolo e fonti di inquinamento. Inoltre la vulnerabilità può anche essere collegata, con opportune cautele, alla situazione di vulnerazione reale delle falde. Si tenga presente che, frequentemente, i caratteri dell'acquifero non vengono considerati nella "vulnerabilità intrinseca", ma nelle fasi di valutazione della "vulnerabilità integrata".

La stima della vulnerabilità viene realizzata con tecniche di diversa precisione ed efficacia in relazione agli scopi del lavoro e alla disponibilità e qualità delle informazioni. Al livello di minore dettaglio si procede con una zonazione semplificata del territorio esaminato in funzione della individuazione di ambienti idrogeologici omogenei. Nella maggior parte dei casi, invece, con una disponibilità ordinaria di dati, è possibile operare con valutazioni di tipo parametrico, più o meno complesso a matrice (a pesi e punteggi). Solo nelle situazioni di maggior precisione e di massima disponibilità di dati si procede con l'applicazione di modelli numerici, fisicamente basati e/o verificati sperimentalmente.

Un esempio di metodo parametrico evoluto, a punteggi e pesi, è rappresentato da SINTACS, adatto ad aree pianeggianti e che tiene conto dei seguenti fattori:

soggiacenza della falda, infiltrazione efficace, effetto di auto depurazione del non – saturo, tipologia della copertura, caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero, conducibilità idraulica dell'acquifero, acclività della superficie topografica.

Nella sostanza, il problema sembrerebbe concentrarsi sulle caratteristiche dello spessore di terreno non saturo e sui tempi necessari perché gli inquinanti possano attraversarlo e arrivare alla falda. In più occorrerebbe conoscere il ruolo dei suoli nel modificare i tempi di infiltrazione e nella funzione depurativa.

Nella realtà, la qualità delle informazioni disponibili nell'ambito delle indagini geologiche generali svolte per i Prg – Pgt o situazioni paragonabili, è assolutamente incompatibile con una affidabile valutazione della vulnerabilità intrinseca, comprensiva del ruolo delle coperture pedologiche.

I dati delle stratigrafie dei pozzi, utili su grandi numeri, si rivelano spesso, in dettaglio, documenti descrittivi poco affidabili, mentre sono assenti o scarsi i dati idraulici misurati. Inoltre le informazioni sul suolo sono disponibili a scale non adeguate a valutazioni di scala subcomunale.

Ma il motivo di maggiore incertezza risiede nella impossibilità o difficoltà a rappresentare la realtà complessa delle aree urbane, periurbane e della agricoltura di aree complesse od anche dell'agricoltura intensiva. In tutti questi contesti non si conoscono o valutano la effettiva continuità/integrità delle coperture pedologiche, il ruolo delle reti fognarie e di altre numerose fonti di degrado che by – passano tranquillamente le protezioni del suolo e del primo sottosuolo, la natura delle coperture antropiche, spesso cospicue.

In sostanza, si ritiene che, in mancanza di studi sperimentali appositi o, comunque valutazioni realistiche delle condizioni del suolo e sottosuolo, su aree limitate e ben esaminate, si producano dati forse accettabili, secondo buon senso, ma non dati fondati e, come tali, confrontabili con altre situazioni.

Stupisce che su questa materia manchino contributi metodologici recenti e proposte di linee guida di comportamento, per esempio regionali, rivolte soprattutto ai geologi professionisti e ai Comuni.

Attualmente neppure l'uso dei termini qualificativi del grado di vulnerabilità è standardizzato. Come capita per altri parametri di valutazione, per esempio la capacità d'uso dei suoli o la stessa fattibilità geologica, gli stessi termini qualificativi vengono utilizzati per rappresentare livelli di qualità molto diversi, adeguati a definire una casistica locale e relativa.

Per questa serie di motivi, si ritiene non necessario, oltre che non possibile, procedere nel tentativo di una stima della vulnerabilità basata su misure o calcoli di particolare dettaglio. Preso atto delle valutazioni già esistenti, si ripropone un assemblaggio di informazioni parametrizzate che ha come obiettivo principale la messa in evidenza dell'insieme dei fattori fortemente sfavorevoli esistenti a Cremona.

Occorre considerare anche che alcune informazioni sono comunque molto più aggiornate e dettagliate rispetto a quelle preesistenti (es. soggiacenza falda) o rappresentano un contributo tematico avanzato, pre-elaborato (Capacità protettiva suoli – ERSAF).

### 3.4.2 Valutazioni esistenti e stima per l'area di Cremona

Nel lavoro Beretta et al. (1992) è presente una "Carta della vulnerabilità intrinseca", estesa a tutta l'area della Provincia di Cremona, che utilizza 5 classi di vulnerabilità, da "bassa" a "estremamente elevata". I parametri considerati sono: "litologia di superficie, profondità del tetto delle ghiaie, suddivisione tra falde libere e in pressione".

Le classi più vulnerabili sarebbero rappresentate da falda idrica poco profonda e presenza di sabbie e ghiaie in superficie o a meno di 10 m di profondità. Queste situazioni (vulnerabilità "estremamente elevata" ed "elevata") interessano l'intero fondovalle del Po a Cremona, anche se in questo caso non sono presenti materiali così grossolani.

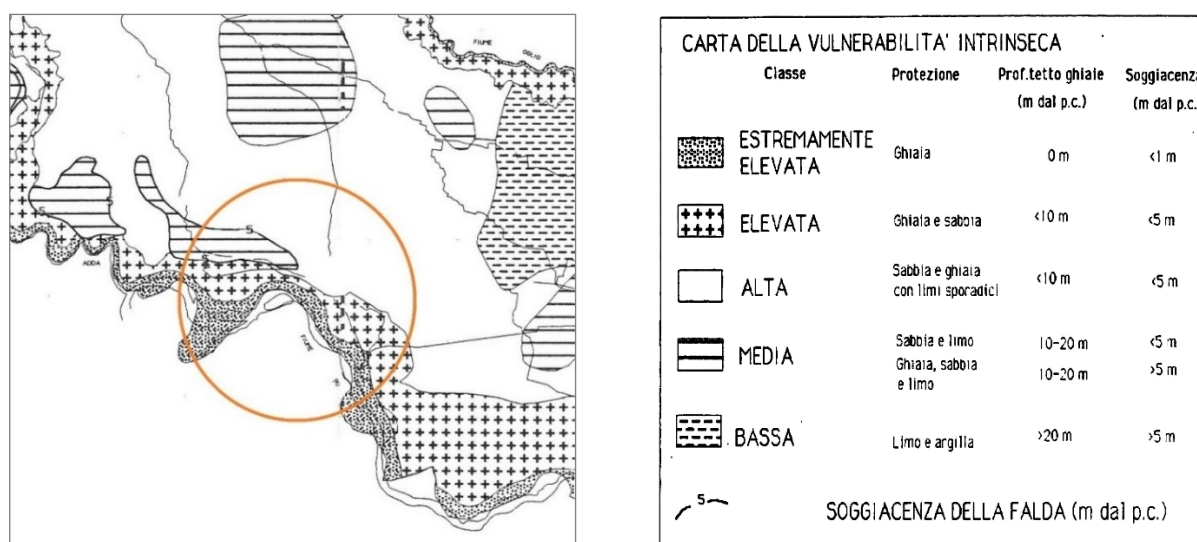


Fig. 3.54 Carta e Legenda della vulnerabilità intrinseca (Beretta et al. 1992)

Le superfici della pianura sono attribuite ad una classe di vulnerabilità "alta", con soggiacenza comunque inferiore a 5 m. Infine è segnalata un'area di vulnerabilità "media", ad ovest della città e verso Cava Tigozzi, con i materiali più permeabili a 10 – 20 m di profondità e falda a profondità modeste, ma variabili.

Anche la Provincia di Cremona ha effettuato una valutazione della vulnerabilità naturale (o intrinseca) dei terreni, utilizzando una classificazione del tempo teorico di infiltrazione verticale dell'inquinante idroveicolato

attraverso il suolo e il substrato insaturo sottostante. I dati pedologici sono ricavati dalla prima carta dei suoli della Provincia (scala 1:100K) e quelli sulle granulometrie dei substrati, dallo studio ENEA per l'individuazione di aree idonee per discariche (1992). I tempi di percolazione sono calcolati assegnando una ipotetica conducibilità idraulica verticale satura in m/s a suoli e substrati e moltiplicando le velocità per gli spessori conosciuti. Si utilizzano 4 classi di vulnerabilità, definite con intervalli di tempi di infiltrazione verticale e con nomenclatura piuttosto diverse da quelle dello studio sopra citato: vulnerabilità alta, medio alta, medio bassa, bassa. Buona parte del territorio provinciale è comunque attribuito alle classi "alta" e "medio alta". Nel caso specifico del presente lavoro, relativamente alla sola area di Cremona, sono state utilizzate e confrontate le seguenti informazioni tematiche:

- a) soggiacenza freatica 2011;
- b) caratteri granulometrici dell'insaturo, su spessori di circa 20 m;
- c) capacità protettiva dei suoli;
- d) caratteri idrodinamici acquifero (classi portata specifica in l\*s/m)
- e) livello di protezione delle falde profonde.

La Carta della soggiacenza della prima falda è stata semplificata nel dettaglio e riportata a 4 classi di profondità dell'acqua da p.c. indicate da sigle:

- 0 – 3 m            **A**
- 3 – 5 m            **B**
- 5 – 7 m            **C**
- più di 7 m         **D**

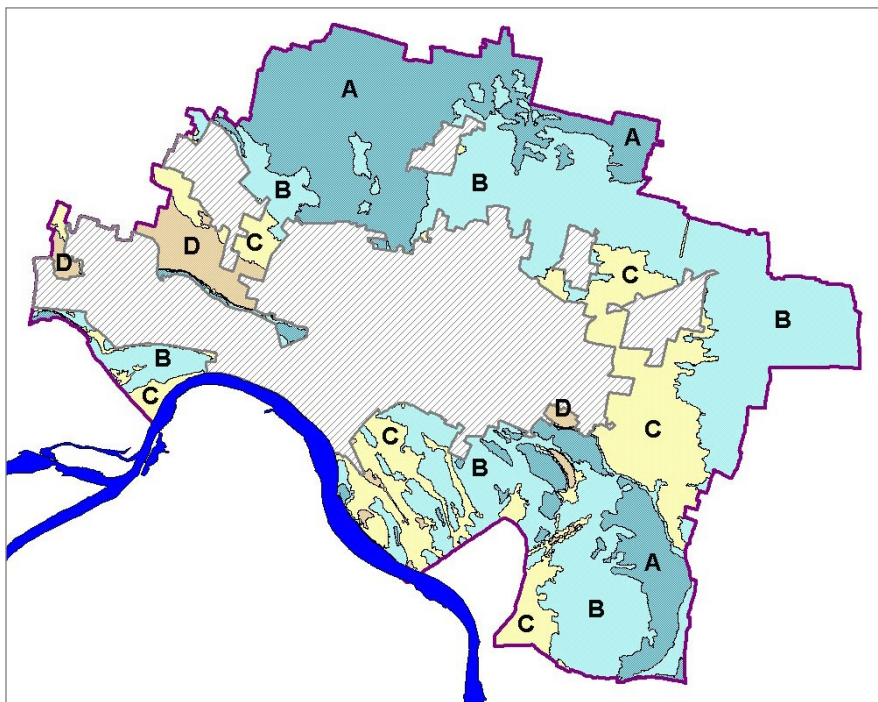


Fig. 3.55

Classi di soggiacenza

Come visto in precedenza, le oscillazioni interannuali sono relativamente ridotte e, dunque, influiscono modestamente sulla classificazione della soggiacenza. Salvo il caso delle aree di valle vicine al corso del Po; qui le oscillazioni della falda possono variare di più metri, in corrispondenza con le piene e le secche fluviali. Per quanto riguarda i caratteri dei materiali del sottosuolo, convenzionalmente tra la base del suolo e la base della falda freatica o i 20 m circa, questi sono stati assunti necessariamente come omogenei per le singole unità geologiche definite nell'area, sulla base dei dati stratigrafici esistenti.

Le definizioni sono comunque incerte e non rappresentabili con formule quantitative affidabili.

I caratteri granulometrici vengono espressi dunque con una sigla sintetica e con una gerarchizzazione del comportamento idrologico, dalle sequenze meno permeabili a quelle più permeabili.

LS	limi sabbiosi
LA/SA	limi argillosi, sabbie prevalenti in profondità
L/SA	sabbie e sabbie limose con frequenti coperture limose
SA/SL	sabbie e sabbie limose
SA	sabbie prevalenti
SI	terreni sabbiosi misti, poco noti

Per la stima del parametro “capacità protettiva dei suoli” si è utilizzata la interpretazione tematica della carta pedologica, rivista nella Fase 2 del progetto ERSAF.

La capacità protettiva è definita da tre classi ad intensità decrescente, stimate sulla base di permeabilità, profondità della falda (valutata, evidentemente, al momento dei rilievi pedologici), classe granulometrica e modificatori chimici (tabella seguente): capacità protettiva elevata (E), moderata (M), bassa (B). A questa è aggiunta da ERSAF la classe intermedia M/B, moderata – bassa.

CLASSI DI CAPACITÀ PROTETTIVA	PERMEABILITÀ	PROFONDITÀ FALDA	CLASSE GRANULOMETRICA	MODIFICATORI CHIMICI: pH in H <sub>2</sub> O, CSC in meq/100g(*)
ELEVATA	BASSA (Classi 4. 5. 6)	> 100 cm	Fine. Very Fine. Fine Silty. Fine Loamy. Coarse Silty. Loamy. Clayey Skeletal. più tutte le classi fortemente contrastanti comprese quelle over Sandy. Sandy Skeletal e Fragmental in cui il primo termine sia Fine. Very Fine o Fine Silty	pH > 5.5 CSC > 10 (meq/100 g)
MODERATA	MODERATA (Classe 3)	50 – 100 cm (con perm. bassa)	Coarse Loamy. Loamy Skeletal. più le rimanenti classi over Sandy. Sandy Skeletal o Fragmental	pH 4.5 – 5.5 CSC tra 5 – 10 (meq/100 g)
BASSA	ELEVATA (Classi 1. 2)	< 50 cm (con perm. bassa) < 100 cm (con perm. moderata)	Sandy. Sandy Skeletal. Fragmental. più le classi fortemente contrastanti in cui il primo termine sia Sandy. Sandy Skeletal. Fragmental	pH < 4.5 CSC < 5 (meq/100 g)

Tab. 3.8 Schema interpretativo della Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde (ERSAF)

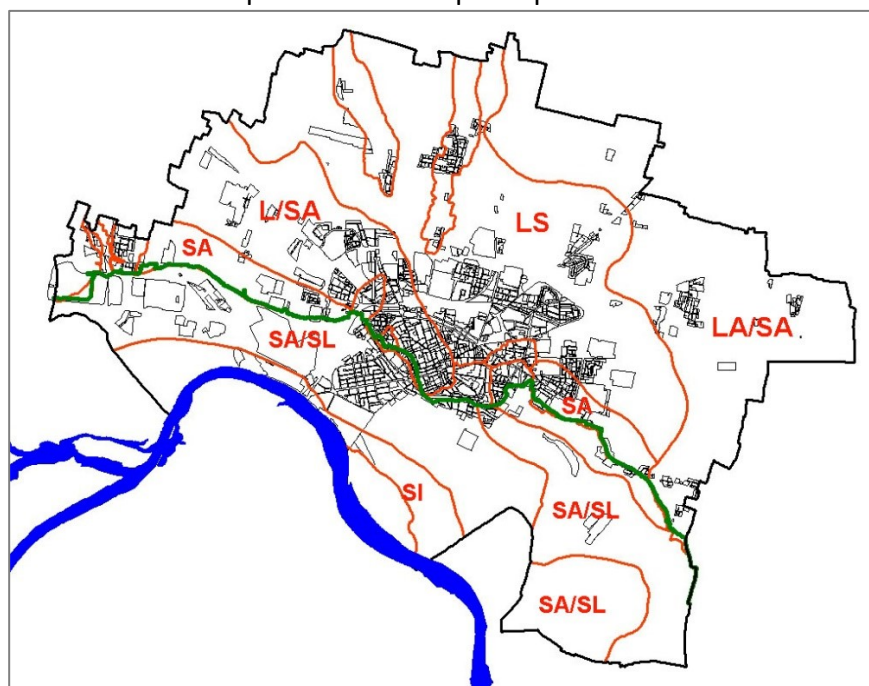


Fig. 3.56

Sigle sintetiche dei caratteri granulometrici delle sequenze di materiali geologici 1 – 20 m

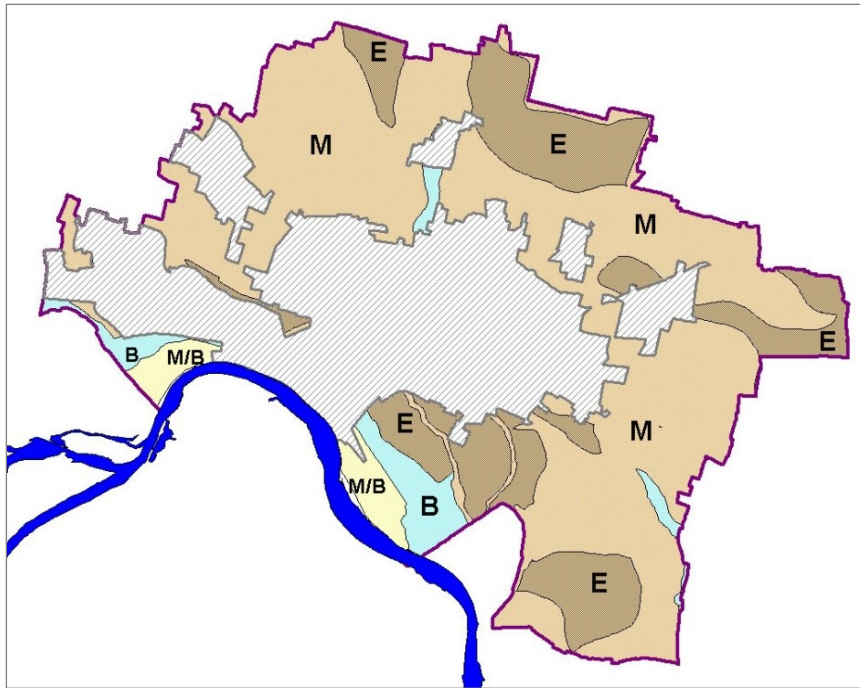


Fig. 3.57

Aree a diversa  
capacità protettiva  
dei suoli, secondo la  
cartografia ERSAF  
1:50K

I tre principali parametri illustrati dalle carte precedenti sono incrociati con criterio ragionato, tenendo come parametro guida la soggiacenza freatica. Secondo le valutazioni espresse nella tabella/lista sottostante, si è attribuita ad ogni poligono una “vulnerabilità” intrinseca stimata, V1, espressa come:

**MA** molto alta - **A** alta - **M** moderata

Tutte le aree con soggiacenza inferiore a 3 m sono attribuite alla classe MA. Sono considerate a vulnerabilità MA anche le aree di transizione e poco conosciute, come scarpate e versanti, indipendentemente dalla soggiacenza.

Per le altre classi di soggiacenza, si è operato separatamente con matrici binarie, per l’incrocio dei parametri :capacità protettiva/granulometria substrati, e attribuzione della classe di vulnerabilità.

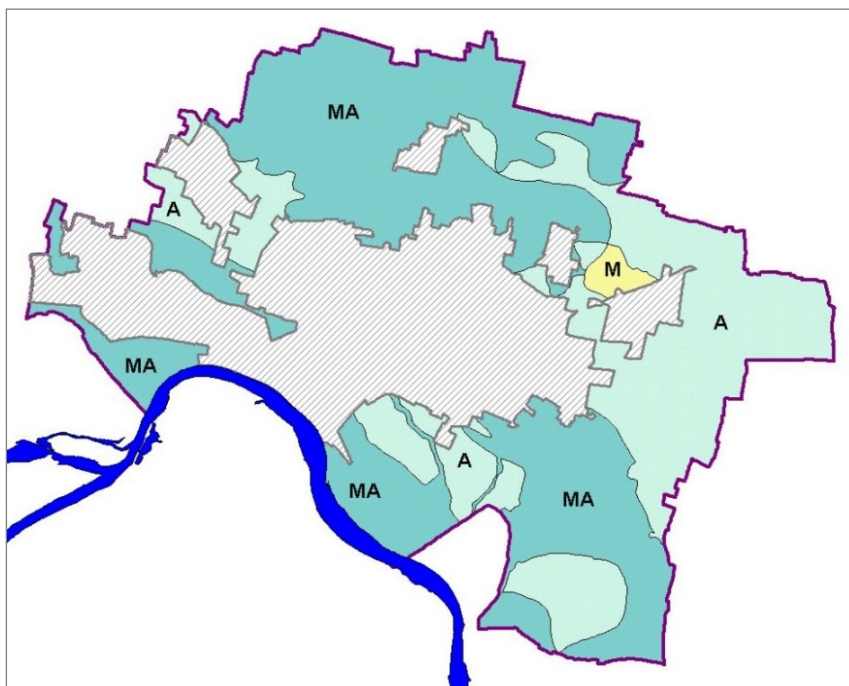


Fig. 3.58

Classificazione della  
Vulnerabilità intrinseca da  
incrocio delle informazioni  
tematiche

Tab. 3.9

SOGG M	CLASSE SOGG	SIGLA GRAN	PROT ACQ SOT	VULNI	SOGG M	CLASSE SOGG	SIGLA GRAN	PROT ACQ SOT	VULNI	SOGG M	CLASSE SOGG	SIGLA GRAN	PROT ACQ SOT	VULNI
0-3	A	L/SA	M	MA	3-5	B	L/SA	M	A	5-7	C	LS	M	A
0-3	A	LA/SA	B	MA	3-5	B	LA/SA	B	MA	5-7	C	SA	B	MA
0-3	A	LA/SA	E	MA	3-5	B	LA/SA	E	A	5-7	C	SA	E	MA
0-3	A	LA/SA	M	MA	3-5	B	LA/SA	M	A	5-7	C	SA	M	MA
0-3	A	LS	B	MA	3-5	B	LS	B	MA	5-7	C	SA/SL	B	MA
0-3	A	LS	E	MA	3-5	B	LS	E	A	5-7	C	SA/SL	E	A
0-3	A	LS	M	MA	3-5	B	LS	M	MA	5-7	C	SA/SL	M	MA
0-3	A	SI	E	MA	3-5	B	SA/SL	B	MA	5-7	C	SA/SL	M/B	MA
0-3	A	SI	M	MA	3-5	B	SA/SL	E	A	5-7	C	SI	B	MA
0-3	A	SA	B	MA	3-5	B	SA/SL	M	MA	5-7	C	SI	M	MA
0-3	A	SA	E	MA	3-5	B	SI	B	MA	5-7	C	SI	M/B	MA
0-3	A	SA	M	MA	3-5	B	SI	M/B	MA	>7	D	L/SA	M	A
0-3	A	SA/SL	E	MA	5-7	C	L/SA	M	A	>7	D	LS	E	A
0-3	A	SA/SL	M	MA	5-7	C	LA/SA	B	A	>7	D	LS	M	A
0-3	A	SI	M/B	MA	5-7	C	LA/SA	E	M	>7	D	SA	E	MA
					5-7	C	LA/SA	M	A	>7	D	SA	M	MA
					5-7	C	LS	E	A	>7	D	SA/SL	E	A
										>7	D	SA/SL	M	MA
										>7	D	SI	M	MA

La tabella precedente riporta le stime della Vulnerabilità intrinseca per incrocio dei tre parametri utilizzati: sogg.m (soggiacenza in m); classe sogg. (classe di soggiacenza); prot. acque. sott (classe di protezione delle acque sotterranee da parte del suolo); vuln1 (vulnerabilità intrinseca)

A questa stima base si è cercato di aggiungere una valutazione relativa ai caratteri idrogeologici dell'acquifero freatico considerato, poiché spessore, conducibilità, gradiente, ecc. sono fattori che influiscono sulla capacità di trasferimento e diffusione dell'eventuale inquinante che abbia raggiunto la zona satura.

Per questo scopo si sono utilizzate le informazioni disponibili, in particolare la stima della portata specifica in l/s/m elaborata, per la prima falda, dallo studio UNIMI 2007 e una valutazione del grado di comunicazione tra prima falda e acquiferi sottostanti. Questo secondo fattore, che può modificare decisamente la valutazione sulla vulnerabilità del sistema acquifero nel suo complesso, è stata ricavata dall'esame delle stratigrafie disponibili e avvalorata dalle elaborazioni relative alla distribuzione delle granulometrie a diverse profondità, realizzate dalla ricerca UNIMI ed, anche, a maggior dettaglio, dalla ricerca DISAT 2010.

La portata della falda, come portata specifica in l\*s/m, può fornire una buona idea della produttività della falda ed essere utilizzata per identificare le aree in cui la vulnerabilità è indirettamente incrementata.

La portata specifica, tagliata sull'area di Cremona, varierebbe tra 3 – 4 e 7 – 8 l\*s/m, e sulla base di questa distribuzione si è utilizzato il limite discriminante di 5 l\*s/m. A di sotto di questo valore, la modesta portata della falda non modifica la valutazione della vulnerabilità. Valori più elevati di portata hanno l'effetto contrario.

La seconda valutazione, relativa al livello di compartimentazione del sistema acquifero, descrive il graduale passaggio, da ovest verso sud – est, del sistema acquifero da una situazione molto compartimentata ad un sistema più aperto, con maggiore comunicazione tra acquiferi, almeno fino a 50 – 100 m.

Per rappresentare questa situazione si utilizzano, come accennato, le citate stime sulla granulometria dei sedimenti della falda freatica, messe a disposizione soprattutto dallo studio in corso da parte di DISAT, in particolare separando le aree dove prevalgono le frazioni grossolane e dove le frazioni fini sono invece superiori al 50%.

La compresenza di situazioni con falde profonde poco protette, o non ben separate, e falda superficiale di buona trasmissività o, nel caso, portata specifica, consente di stimare un aumento della vulnerabilità, che qui è stata convenzionalmente tradotta nella riduzione di questa di una classe (es. da Alta a Molto Alta).

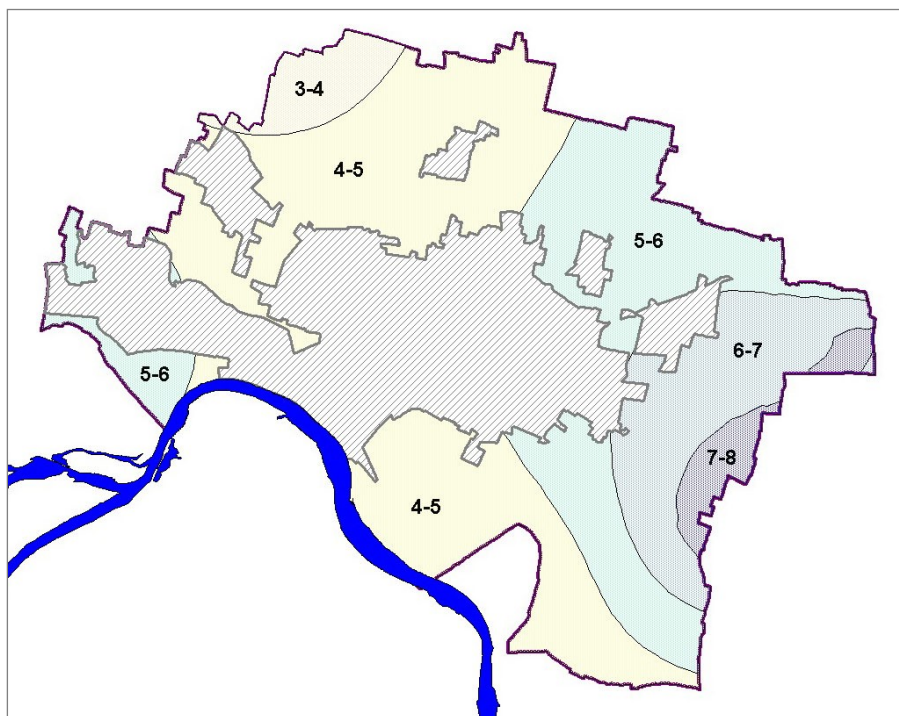


Fig. 3.59

Valori di portata specifica  
in l\*s/m

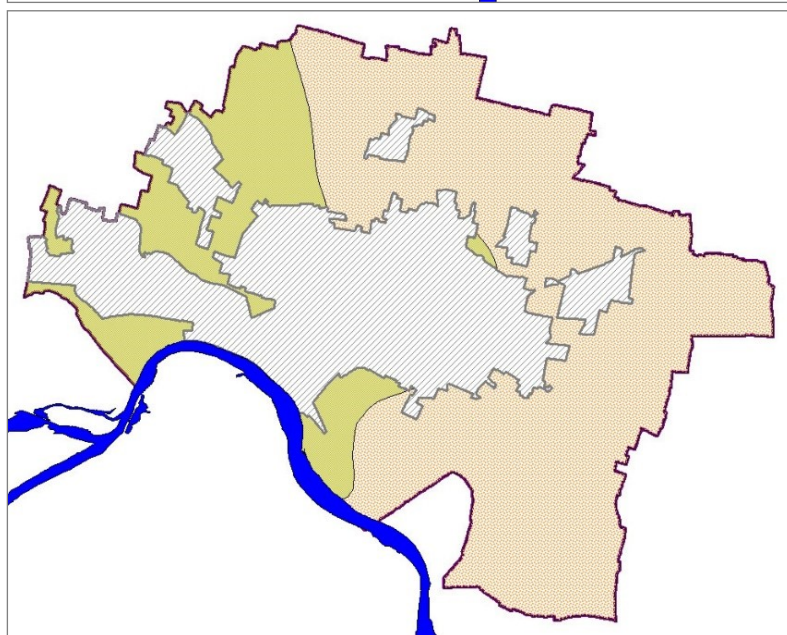


Fig. 3.60

Aree con meno del 50% di frazione  
fine nello spessore insaturo (est) e  
con più del 50% di fini (ovest)

La valutazione della vulnerabilità intrinseca corretta è stata dunque realizzata tramite l'incrocio della stima V1 con i due tematismi delle figure precedenti e con il ricalcolo delle classi di vulnerabilità secondo il criterio sopra enunciato

La carta finale mostra una situazione di diffusa vulnerabilità alta e molto alta, senza aree classificabili come moderatamente vulnerabili. Si conferma una vulnerabilità un po' più ridotta, rispetto alle stime peggiori, nella porzione di pianura ad ovest della città, fino al terrazzo di Cava Tigozzi.

Aree di questo tipo compaiono anche in valle Po, regolate però, sostanzialmente, dalla presenza di una copertura pedologica giudicata "ad elevata capacità protettiva". In queste aree, si è comunque ritenuto più opportuno proporre una stima più prudente della vulnerabilità, associandole alla classe MA\*.

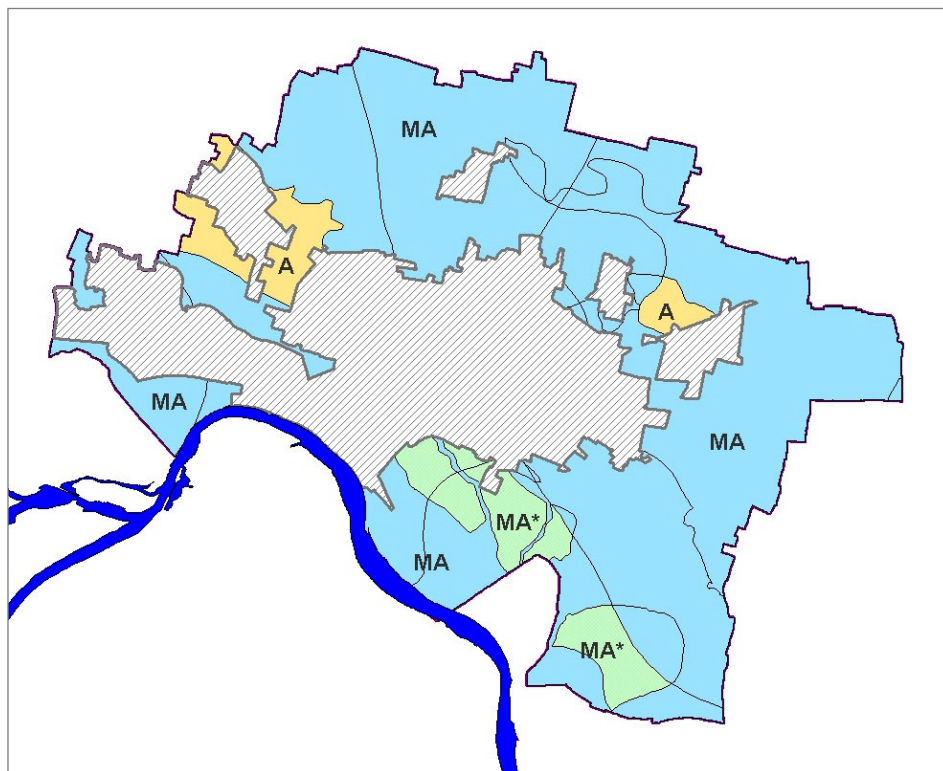


Fig. 3.61  
Vulnerabilità intrinseca  
corretta: molto alta  
(MA), alta (A),  
moderata (M)

Per concludere le considerazioni sul tema "vulnerabilità", si vuole ancora sottolineare il valore di stima parametrica puramente indicativa della elaborazione proposta, ma anche la difficoltà a sostituire questo tipo di approccio, con forte componente soggettiva, con valutazioni più fondate e/o quantitative. Si ritiene che la sola introduzione di qualche calcolo, di taglio semiquantitativo, non produca alcun incremento significativo della validità delle stime, in mancanza di dati più ampi e affidabili e campagne di misure dirette sperimentali, realizzate con strumenti, tempi e risorse adeguati. Senza dimenticare, inoltre, la già ricordata necessità di elaborare una apposita metodologia di approccio alla valutazione delle aree trasformate, urbane, periurbane, con infrastrutture, ecc., altrimenti da escludere da tentativi di classificazione della vulnerabilità.

## 3.5 Il prelievo della risorsa idrica

### 3.5.1 L'acquedotto pubblico

L'intero ciclo delle acque, già gestito a Cremona dalla Azienda Energetica Municipale, che si è occupata del servizio acquedottistico nella città di Cremona dal 1915, prima nella forma di azienda municipalizzata, poi di Azienda Speciale e società per azioni, è affidato dal 2014 a Padania Acque spa. Questa azienda, anch'essa di lunga esperienza nel settore acquedotti è ora il titolare del Servizio Idrico Integrato.

L'acquedotto di Cremona ha utilizzato, perlomeno nell'ultimo secolo, le acque sotterranee di cui è sufficientemente ricco il sottosuolo, soprattutto alle modeste profondità dell'acquifero freatico. I pozzi di approvvigionamento si trovavano all'interno della città storica, soprattutto nell'area di via XI settembre – Porta Mosa, o appena fuori dal contorno delle mura. A partire dal 2000 circa, sono però state avviate le indagini per arrivare alla disattivazione dei pozzi interni alla città e la messa in funzione di nuovi campi – pozzo in aree esterne al centro e più modernamente gestiti. Dal 2005 – 2006 sono stati chiusi quasi tutti i vecchi pozzi e messi in funzione i due campi, ad est e nord – ovest del centro (via Postumia e via Cambonino), dotati di nuovi e autonomi impianti centralizzati di potabilizzazione.

Nella figura seguente sono indicate le Zone di Rispetto dei due campi pozzo, delimitate come inviluppo delle ZdR dei singoli pozzi (9 ad ovest e 10 ad est), nel rispetto delle disposizioni dell'art. 94 del D.Lgs. 152/2006 e, in Lombardia, delle vigenti Dgr. 27/6/96 n. 6/15137 e Dgr. 10/4/2003 n. 7/12693.

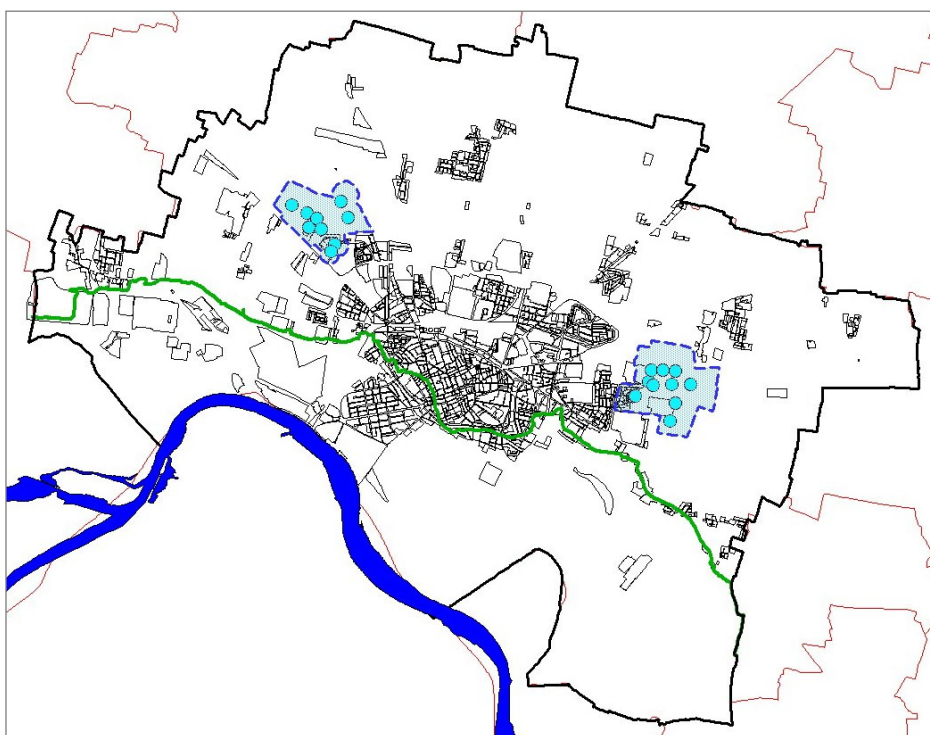


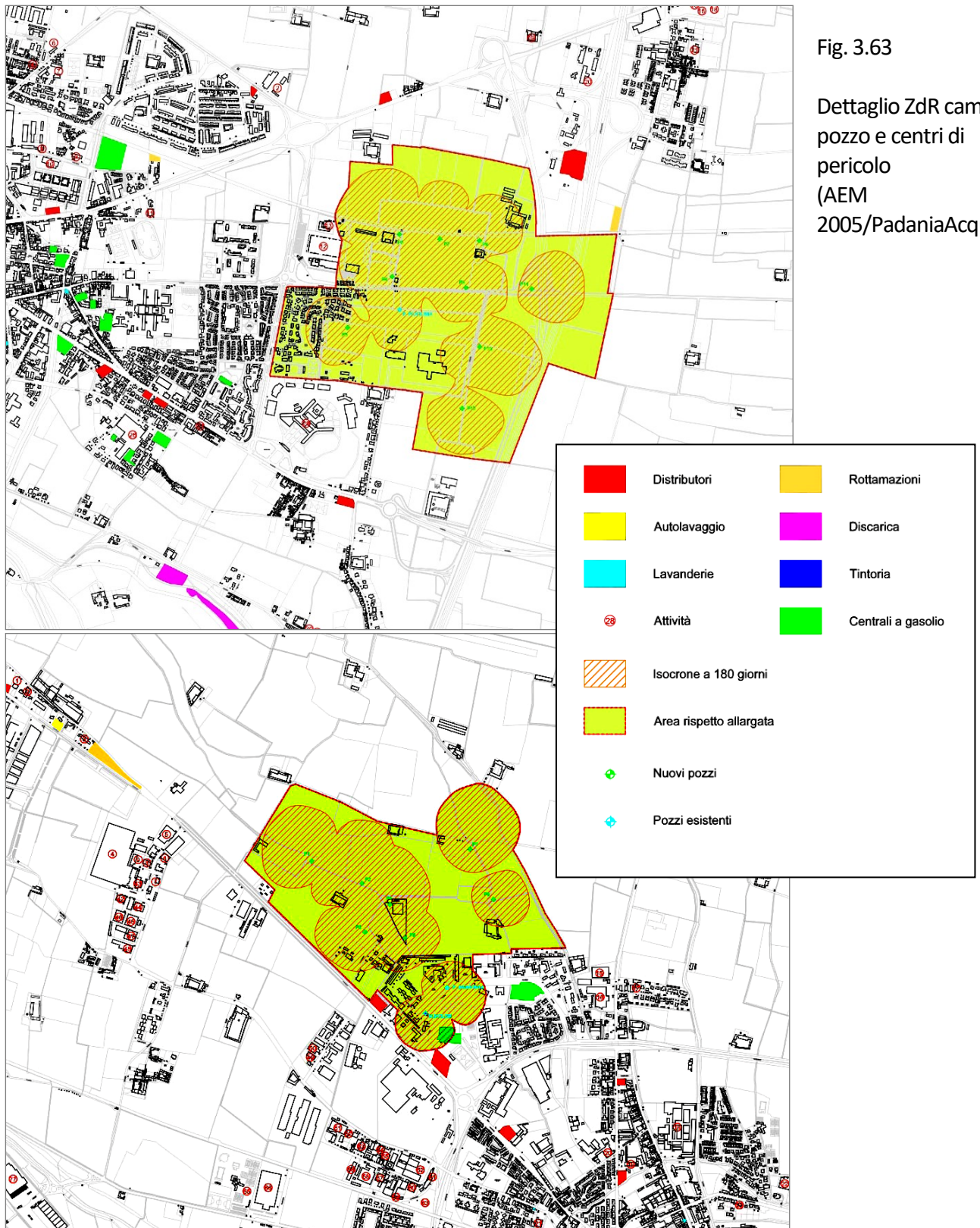
Fig. 3.62

Arece dei due campi – pozzo di Padana Acque con indicati i 19 pozzi attivi

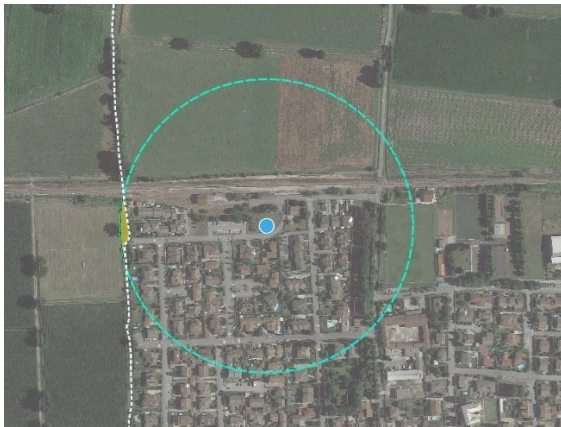
Queste due aree, sono state definite come ZdR allargate di inviluppo delle singole ZdR dei pozzi, calcolate con criterio cronologico e isocrona 180 gg. Lo studio di perimetrazione, condotto nel 2005, ha comportato ovviamente anche la individuazione dei centri e attività di pericolo, come previsto dalla normativa citata. L'area est risulterebbe però interessata anche da un ambito di possibile spandimento di reflui civili su terreni agricoli (vedere paragrafo 4.4). La ZdR est è ampia complessivamente circa 13,5 ha, quella ovest circa 9,9 ha.

Naturalmente tutti i pozzi devono essere dotati della ulteriore tutela rappresentata dalla Zona di Tutela Assoluta (ZTA), pari ad una area circolare di almeno 10 m di raggio dalla testa pozzo.

Al di fuori di queste aree "dedicate", non esistono più sul territorio di Cremona pozzi d'uso potabile gestiti da pubblico acquedotto, obbligati dunque a prevedere anche la tutela passiva della risorsa con le aree di tutela e rispetto. Anche gli abitati più prossimi ai confini di Cremona si servono delle acque emunte ai campi pozzo della città, ma alcuni pozzi, già al servizio di comuni vicini, vengono mantenuti attivi per specifiche esigenze o semplicemente come "riserva" nei casi di emergenza.



Tre di questi, pur collocati nei territori di Gerre de' caprioli, Bonemerse e Malagnino, interessano il territorio comunale di Cremona con le zone di rispetto, che in questo modo risultano comunque sottoposte agli specifici vincoli. Tutti e tre i pozzi conservano ZdR di 200 m di raggio, pur essendo pozzi profondi, e interessano Cremona per un totale circa 2,4 Ha.



Figg.3.64, 65, 66

ZdR dei pozzi  
 Gerre de' Caprioli (190480002) (sinistra)  
 Bonemerse (190060002) (destra)  
 Malagnino (190560003) (sotto)

Infine, la società gestisce anche altri 3 pozzi idrici, di cui 2 al termoutilizzatore (TMZ1 e 2) e 1 nella zona industriale Tamoil – Arvedi, in precedenza dedicato all'approvvigionamento idropotabile, ma ora destinato alla distribuzione di acque per usi produttivi (Pozzo CR3 Acquaviva, profondo 138 m).

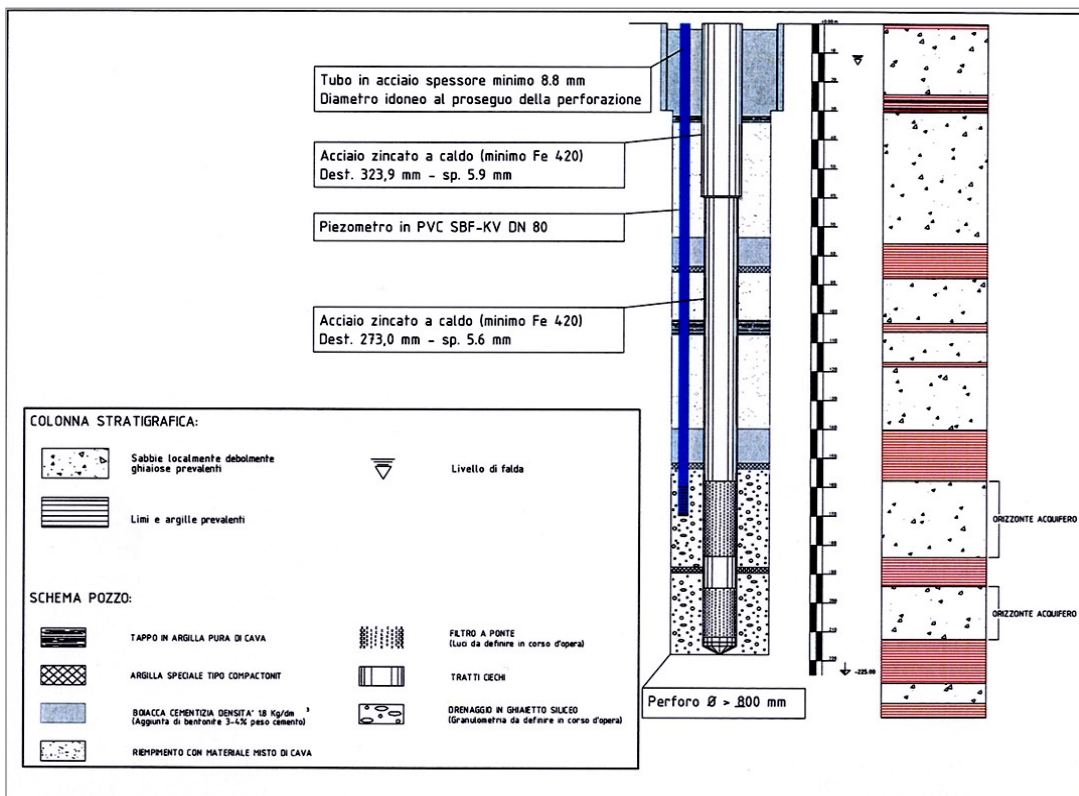


Fig. 3.67 Schema costruttivo pozzi campo est

Come detto, i pozzi pubblici potabili di Padania Acque, attualmente attivi, sono 19, denominati come nella tabella seguente; si tratta di pozzi tutti profondi, costruiti con criteri moderni che garantiscono la separazione delle falde e attingono tutti, salvo uno (P.4 est), agli acquiferi confinati 4 e 5 dello schema assunto per questo lavoro (interpretazione DISAT), corrispondenti agli acquiferi dei livelli 7 e 9, prevalentemente, dello schema interpretativo AEM , a profondità maggiori di 150 m.

ID CR_GEO	ID_PRELIEV	SIGLA E CAMPO POZZI	REALIZZ	UTM_X	UTM_Y	H POZZO	H PRIMO FILTRO	H ULTIMO FILTRO
CR113	190360001	3 EST	2003	583093,31	4998303,11	241,5	161,0	235,5
CR114	190360002	4 EST	2001	583291,14	4998526,26	145,0	107,0	140,0
CR115	190360003	5 EST	2002	583322,09	4998698,37	218,0	158,0	213,0
CR116	190360004	6 EST POSTUMIA	1987	583327,53	4998378,70	264,0	165,0	258,0
CR117	190360005	7 EST	2003	583488,62	4998687,29	230,0	160,0	218,0
CR118	190360006	8 EST	2003	583626,91	4998491,69	231,0	163,0	225,0
CR119	190360007	9 EST	2003	583684,79	4998677,55	228,0	154,0	222,0
CR120	190360008	10 EST	2004	583686,21	4998214,04	222,5	166,5	219,5
CR121	190360009	11 EST	2004	583903,31	4998484,63	228,0	177,0	222,0
CR122	190360010	12 EST	2003	583596,39	4997939,98	230,0	177,0	222,0
CR123	190360011	1 OVEST	2003	578017,31	5001128,86	225,0	156,0	219,0
CR124	190360012	2 OVEST	2003	578247,42	5001024,83	229,0	152,0	221,0
CR125	190360013	3 OVEST	2003	578265,03	5000797,53	229,0	153,0	221,0
CR126	190360014	4 OVEST	2003	578377,78	5000935,54	228,0	152,0	219,5
CR127	190360015	5 OVEST	2004	578442,87	5000771,11	228,0	152,0	219,0
CR128	190360016	6 OVEST	2004	578848,92	5000954,49	222,0	150,0	216,0
CR129	190360017	7 OVEST	2003	578737,95	5001184,36	221,0	151,0	216,0
CR130	190360018	10 OVEST NUVOLONE	1977	578532,97	5000421,71	220,0	156,0	248,0
CR131	190360019	11 OVEST CAMBONINO	1993	578623,43	5000546,95	256,0	154,0	214,0

Tab. 3.10 Pozzi attivi Padania Acque; campi pozzo est e ovest

I prelievi di acqua dai pozzi di approvvigionamento AEM, potabili e industriali, risultavano, nel periodo 2006-2010 (tabella nella precedente edizione dello studio geologico) pari a 12-12,5 mil di m3/anno. sono riportati nella tabella sottostante, riferita agli anni 2006 – 2010 (fonte AEM).

I nuovi dati, forniti da Padania Acque per il periodo 2017-2021 presentano valori più stabili negli anni e una significativa riduzione (8-10%) dei valori complessivi rispetto al periodo considerato in precedenza.

Il rapporto tra questi consumi e la popolazione risulta non affidabile con questi soli dati, poiché occorrerebbe conoscere la quota di consegna alle utenze produttive ed anche il valore delle perdite di rete, perlomeno quelle reali; ed inoltre sarebbe necessario disporre della popolazione realmente servita anche oltre i confini del Comune di Cremona.

ID_PUNTO	INDIRIZZO	NUM_POZZO	USO	MC TOTALI anno 2017	MC TOTALI anno 2018	MC TOTALI anno 2019	MC TOTALI anno 2020	MC TOTALI anno 2021
190360001	CAMPO EST	POZZO 3 EST	POTABILE	697.237	500.544	525.918	378.479	424.607
190360002	CAMPO EST	POZZO 4 EST	POTABILE	537.077	361.933	454.530	341.250	293.735
190360003	CAMPO EST	POZZO 5 EST	POTABILE	1.022.014	524.994	446.483	418.738	638.575
190360004	CAMPO EST	POZZO 6 EST	POTABILE	521.866	330.028	424.491	356.507	298.420
190360005	CAMPO EST	POZZO 7 EST	POTABILE	339.808	1.209.835	270.010	1.370.328	968.336
190360006	CAMPO EST	POZZO 8 EST	POTABILE	950.742	852.600	837.379	807.252	693.983
190360007	CAMPO EST	POZZO 9 EST	POTABILE	713.577	504.788	559.953	442.013	447.818
190360008	CAMPO EST	POZZO 10 EST	POTABILE	284.155	191.237	725.011	266.291	390.996
190360009	CAMPO EST	POZZO 11 EST	POTABILE	1.012.696	722.313	803.624	638.131	678.286
190360010	CAMPO EST	POZZO 12 EST	POTABILE	230.472	199.904	301.521	162.300	308.742
190360011	CAMPO OVEST	POZZO 1 OVEST	POTABILE	1.049.063	984.151	1.083.793	1.113.720	1.124.760
190360012	CAMPO OVEST	POZZO 2 OVEST	POTABILE	1.064.188	1.015.484	1.102.070	1.185.961	1.212.874
190360013	CAMPO OVEST	POZZO 3 OVEST	POTABILE	298.084	221.864	239.360	212.150	210.045
190360014	CAMPO OVEST	POZZO 4 OVEST	POTABILE	447.051	460.496	441.281	439.407	395.038
190360015	CAMPO OVEST	POZZO 5 OVEST	POTABILE	384.990	350.398	349.447	513.823	589.014
190360016	CAMPO OVEST	POZZO 6 OVEST	POTABILE	400.204	248.570	259.879	20.016	153.632
190360017	CAMPO OVEST	POZZO 7 OVEST	POTABILE	1.110.780	1.305.550	1.261.629	1.461.015	1.299.204
190360018	CAMPO OVEST	POZZO 10 OVEST	POTABILE	239.306	439.007	410.745	420.616	404.471
190360019	CAMPO OVEST	POZZO 11 OVEST	POTABILE	316.947	247.118	257.935	165.425	183.520
190360020	VIA ACQUAVIVA	POZZO ACQUAVIVA	INDUSTRIALE	201.875	274.396	188.717	223.581	192.588
				11.620.257	10.670.813	10.755.058	10.713.421	10.716.056
				11.822.132	10.945.209	10.943.775	10.937.002	10.908.644

Tab. 3.11 Prelievi potabili e complessivi dai pozzi PadaniaAcque 2017-2021

### 3.5.2 Censimento pozzi e piezometri

Per il censimento dei pozzi e piezometri presenti sul territorio di Cremona sono state consultate e verificate informazioni provenienti da varie fonti. La base più completa di informazioni proviene dalle banche dati, e direttamente dall'Atlante Ambientale della Provincia di Cremona, integrata dai dati del Catasto regionale delle Utenze Idriche (CUI), fornito, su richiesta, dalla Provincia stessa. L'ultima fornitura di questi dati, tuttavia, riferibile al nuovo periodo considerato, 2012-2022, non è più corredata di dati geografici che ne consentano la collocazione su carta e una selezione su base GIS rispetto ai punti già cartografati. I dati, da Catasto CUI, messi a disposizione dalla Provincia in questa occasione, vengono riportati in una tabella dedicata, ma necessariamente non sulla tavola generale (Tav3).

Questo set di dati è stato poi confrontato, ed anche ulteriormente integrato, con tutti i pozzi dell'acquedotto pubblico gestito da Padania Acque, che dispone di una unica concessione idrica per tutti i pozzi attivi, come "grande derivazione" (> di 100 l/s), rilasciata dalla Regione e dunque non registrata nella banca dati provinciale.

Infine all'elenco erano stati aggiunti alcuni altri pozzi che non risultavano ancora presenti nell'elenco originario della Provincia: pozzi da studi o pratiche di concessione in corso, pozzi molto vecchi e abbandonati, ecc.

Per gli scopi del rilevamento 2011, erano stati anche censiti molti punti d'acqua esterni al territorio di Cremona e collocati presso i suoi confini; tra questi, i pozzi degli acquedotti pubblici gestiti da Padania Acque e altri vari pozzi privati censiti e a volte utilizzati per gli scopi del rilevamento piezometrico.

Tuttavia, la tabella finale dei pozzi idrici, fornita integralmente all'Allegato 3, riguarda solo il territorio di Cremona. Complessivamente, l'elenco riporta 144 record, dei quali 32 per uso potabile, ma attivi solo in 19

casi, corrispondenti ai citati punti di prelievo dei due campi pozzo esistenti. Dei rimanenti punti, 10 sono pozzi di proprietà di enti pubblici, compreso il Comune di Cremona, non destinati all'uso potabile, mentre gli altri sono privati, per uso industriale, agricolo, antincendio, ecc.

Per necessità operative, considerato che non esiste una codifica univoca dei punti d'acqua nelle banche dati provinciali o di altri enti, si è assegnato un codice di lavoro ad ogni pozzo: sigla e numero progressivo (es. CR1 – 144).

Pur non potendo, con i dati disponibili, aggiornare in modo completo e affidabile l'elenco complessivo dei punti pozzo/piezometro del territorio di Cremona, nell'attuale edizione 2023 si sono effettuati altri confronti di dati da cui sono ricavati altri punti acqua non risultanti nell'elenco generale:

- Il primo riguarda il recepimento e rappresentazione dei punti-acqua che il Consorzio di Bonifica DUNAS pubblica nel suo "Piano Comprensoriale di Bonifica, Irrigazione e Tutela del Territorio Rurale" (ed.2020). Si tratta, relativamente al solo territorio di Cremona, di 23 pozzi definiti "irrigui", 4 dei quali non corrispondenti a punti già censiti. Indica anche 76 "pozzi produttivi", tra cui si segnalano 22 pozzi industriali di Tamoil Raffinazione per una pratica definita "in istruttoria" (non considerati nel censimento in oggetto) e 6 altri pozzi, per uso industriale, igienico, autolavaggio..., non coincidenti con pozzi già inseriti nel censimento.
- La seconda fonte è relativa alle pratiche recenti di "fine lavori" selezionate e fornite, complete di relazioni tecniche, dalla Provincia di Cremona, come documentazione relativa a pratiche concluse o in corso per concessioni idriche. Da questa fonte provengono 21 punti d'acqua nuovi, datati 2017-2022, corrispondenti a 7 pozzi per usi irriguo, zootecnico o verde, 2 pozzi geotermici (presa e resa) e 12 piezometri realizzati per scopo di monitoraggio ambientale. 6 di questi, peraltro, non dispongono di una collocazione precisa.
- La terza integrazione deriva dal confronto, per sovrapposizione, tra i punti già censiti e quelli scaricati dalla "banca dati sottosuolo" del Geoportale Lombardia. Sono compresi pozzi, piezometri e prove geotecniche. Qui sono selezionati i soli pozzi compresi nel territorio di Cremona, ben 77, e di questi solo quelli non già compresi nel censimento generale. Si tratta di 5 pozzi profondi, dotati di stratigrafia, ma di cui la Regione non fornisce i riferimenti alla proprietà o all'uso.

Come si vede, in un contesto complesso come la città di Cremona, le sue frazioni e gli insediamenti rurali e industriali, sarebbe importante organizzare, e soprattutto mantenere, un buon catasto acque sotterranee, più completo e aggiornato di quello oggi disponibile.

Nel seguito è rappresentata una mappa di sintesi di tutti i pozzi e le tabelle dei pozzi dei gestori pubblici e quelle ricavate dai dati del Piano di Bonifica comprensoriale e dalle pratiche di apertura pozzi e/o piezometri recenti. E' anche riportata, in dimensione ridotta, la tabella dei dati CUI di fonte provinciale, priva dei riferimenti geografici.

Tutte queste sono comunque comprese nella raccolta presente nell'Allegato B.

La tabella generale dei pozzi e quella dei piezometri si presentano nello stato del 2011, con i soli aggiornamenti di specifici dati (gestione, coordinate spaziali...). Poi sono aggiunte le tabelle dei pozzi e piezometri provenienti dalle fonti integrative citate in precedenza, complete di georiferimenti, ma spesso dotate di dati parziali/incompleti o approssimativi.

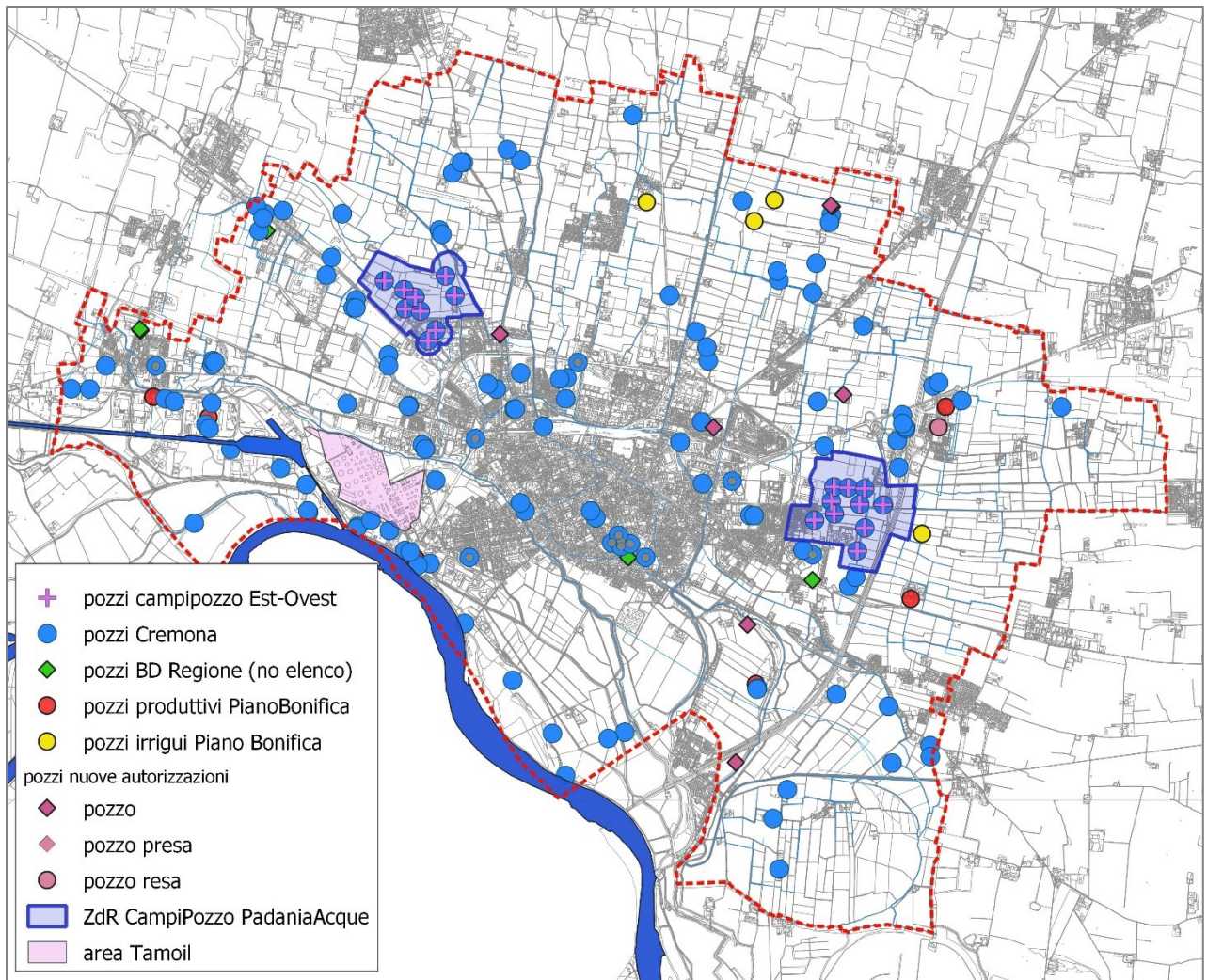


Fig. 3.68 Totale dei pozzi censiti e aggiunti di Cremona

Tutti i pozzi indicati nella tabella del censimento 2011 dovrebbero essere attivi o eventualmente in disuso, ma ancora dotati di concessione o non cementati. Ciò tuttavia non si è potuto certo controllare direttamente e si basa sulle informazioni raccolte e sul fatto che la banca dati provinciale non dovrebbe riguardare pozzi ufficialmente chiusi. Anche perché questi, cioè i pozzi chiusi non più attivi, pubblici e privati, sono tantissimi e non tutti, ovviamente, individuabili. Per questo ci si è limitati ai 13 pozzi del vecchio acquedotto pubblico, sostituiti oggi dai campi-pozzo, dei quali AEM ha fornito stratigrafie e ubicazioni. Essi non rappresentano tutti i pozzi già utilizzati per l'approvvigionamento potabile, ma solo una parte di questi. Un numero maggiore di punti è, per esempio, riportato sulla Tav. 2 del lavoro Bassi 2000, ma senza indicazioni sufficienti ad identificarli e riportarli correttamente in carta.

I dati relativi ai 13 pozzi di cui sopra sono contenuti nella tabella sottostante. Si tratta sempre di pozzi profondi con filtri distribuiti tra 154 e 277 m di profondità.

Si vedano nel seguito anche le tabelle relative a quelle selezioni di pozzi utilizzabili quali aggiornamento della raccolta generale: da Piano di Bonifica, da pratiche autorizzative provinciali, da selezione Banca Dati sottosuolo Regione Lombardia.

ID_CR_GEO	NOME	UTM_X	UTM_Y	CAT_FOGLIO	CAT_MAPPALE	REALIZZAZIONE	H_POZZO	H_PRIMO_FILTRC	PROF_ULT_F
CR132	AEM 1 Centrale R Colombo	577859,22	4998305,01	88	sedime v. R. Colombo n. 1 – 4	1964	217 – 220	167,7	217,4
CR133	AEM 5 XI Febbraio	576603,15	5001921,74	88	sedime v.XI Febbraio n. 11 – 13	1966	222	195	220
CR134	AEM 13 S. M.in Bethlem	577700,13	4998228,74	88	767	1988	267 – 285	176,5	260,5
CR135	AEM 15 Aporti	577690,30	4998207,77	88	406	1967	209,5 – 223	166	207,5
CR136	AEM 3 XI Febbraio	581772,15	4998738,38	88	sedime v.XI Febbraio n. 60 – 61	1966	216,4 – 220	191,8	210,5
CR137	AEM 16 Centrale R Colombo	580000,12	4995788,35	88	421	1970	215 – 230	165	212
CR138	AEM Cavatigozzi	580171,94	4999982,42	66	389	1981	214 – 245	175,5	208
CR139	AEM Giuseppina	578963,62	4997086,16	58	63	1967	224 – 255	162	218
CR140	AEM Milano	579531,93	4996414,62	36	685	1966	203 – 210	167	201
CR141	AEM Arenili	577577,74	4999679,35	101	222	1970	279 – 309	179,5	277
CR142	AEM Rosario	584494,42	4999889,85	37	146	1967	200 – 220	154	197
CR143	AEM Persico	574729,33	5000127,11	45	100	1968 – 84	225 – 259	162	223
CR144	AEM Corte	580086,88	4999970,30	50	106	1971	235 – 253	156	231

Tab.3.12 Elenco dei pozzi AEM chiusi

OGC_FID	ID_PRATICA	STATO	CONCESSION	INDIRIZZO	CAPT	TIPO	USO	Q_Media
1413	CR0348942007	Attiva	LINEA RETI E IMPIANTI S.R.L.	viale Trento e Trieste, 38	1	POZ	Industriale	2,22
951	CR03224822012	Attiva	PADANIA ACQUE GESTIONE SPA	via del Macello, 14	1	POZ	Industriale	8,50
924	CR03212422012	Attiva	MARTUCCI SARA	Via Giuseppina, 32	1	POZ	Igienico	0,01
870	CR03199882012	Attiva	ARVEDI TUBI ACCIAIO s.p.a.	Via Acquaviva, 3	1	POZ	Industriale	31,71
706	CR03160722010	Attiva	TRA.S.FE. TRASPORTI S.FELICE DI POZZALI ROBERTO E C. S.N.C.	via San Felice, 10	1	POZ	Autolavaggio	0,01
1052	CR03265172011	Attiva	CANOTTIERI BALDESIO A.S.D.	VIA AL PORTO, 3	1	POZ	Igienico	0,93

Tab. 3.13 Pozzi “produttivi” da Piano di Bonifica DUNAS, non presenti nel censimento 2011

ID_PRATICA	Stato	Concessione	Indirizzo_	sede	Tipologia	Uso	Q_media	Superficie
	Attiva	BOLLI GIOVANNI	via Porcellasco, 8	CREMONA	POZ	Irriguo	3,74	28,81
CR03206922012	Attiva	CRA - CONSIGLIO PER LA RICERCA E LA SPERIMENTAZIONE IN AGRICOLTURA	via Nazionale, 82	ROMA	POZ	Irriguo	4,76	79,63
CR03195312012	Attiva	MARTUCCI SARA	Via Giuseppina, 32	CREMONA	POZ	Irriguo	8,50	50,16
CR03179652011	Attiva	MASCHI MICHELE	via Boschetto, 251	CREMONA	POZ	Irriguo	2,31	0,00

Tab. 3.14 Pozzi irrigui da Piano di Bonifica DUNAS non già censiti

n	sigla	tipo	data_da	uso	prof_m	strat	fitri	falda	note	proprietà
1		pozzo							esistente non censito	Avantea srl
	036207	pozzo	7-2021	agro-zootecn_verde- igienico	127	si	120-135	12,0	interno a nuovo capannone ??	Avantea srl
	036214	pozzo	10-2019	irriguo	35	si	20-35	3,4		Bernuzzi
	036216	pozzo	11-2019	irriguo	25	si	10-23	6,0		JMG Cranes srl
	036217	pozzo	4-2021	irriguo	41	si	7-20, 31-40	3,1		Az.Agr.Nolli
	036226	pozzo	3-2023	irriguo	30	si	20-25	7,5		Ass.Dinamo Zaist
1	036215	pozzo presa	9-2020	geotermico	25	si	10-15	3,9	funzione piezometro	Comune Cremona
2	036215	pozzo resa	9-2020	geotermico, resa	15	si	10-15			Comune di Cremona
	036218	pozzo	5-2021	zootecnico, verde	99	?	91-98			Soc.Agr. Belvedere

Tab.3.15 Pozzi realizzati o in itinere per pratiche autorizzative Prov.Cremona; non già censiti

IDE	QUALITA	TIPO	QUOTA_M	PROF_M	STRATIGRAFIA
D7A509237885	affidabile	pozzo	39,0	217,5	si
D7A530967617	affidabile	pozzo	42,3	255,0	si
C7E451670562	affidabile	pozzo	52,0	89,7	si
C7E451600579	affidabile	pozzo	52,0	179,0	si
C7E466551740	affidabile	pozzo	50,5	125,3	si

Tab.3.16 Pozzi profondi non censiti, da banca dati sottosuolo Regione, senza informazioni ulteriori

Oltre ai pozzi, si è cercato di censire i piezometri attualmente installati e funzionanti. Nella tabella e nella carta sottostanti (la Tabella completa 2011 è riprodotta al citato All. 3) sono peraltro riportati solo i piezometri utilizzati per controllo quali/quantitativo dei campi pozzi e delle discariche o ex discariche controllate da AEM, oltre ai soli freatimetri delle reti di monitoraggio degli ex Consorzi di Bonifica Dugali e Vacchelli. Oggi questi punti di controllo sono passati alla competenza del Consorzio DUNAS che tuttavia, negli ultimi anni, non li ha più mantenuti attivi e verificati.

Non sono invece stati qui inseriti tutti gli altri piezometri di monitoraggio, installati nei siti di bonifica o di indagine ambientale in corso, ed anche quelli relativi ad altre reti di controllo, relative però a siti industriali, comunque gestite da privati (es. Arvedi). Tutti questi altri punti di indagine del sottosuolo e controllo della falda sono documentati in un altro settore dell'indagine, cioè nella sezione relative alle conoscenze geologico – tecniche. (Cap.4 primi due paragrafi).

Si deve infatti anche considerare che, quasi sempre i piezometri installati per scopi geotecnici nell'ambito di interventi edilizi o infrastrutturali, hanno una durata di vita limitata e servono a ricavare dati in funzione del solo progetto dell'opera.

Si tratta, complessivamente, di 59 punti di monitoraggio, dei quali 3 sono rappresentati dai freatimetri dei Consorzi di Bonifica. Altri 23 punti sono piezometri dedicati alla protezione statica e dinamica dei pozzi dei due campi – pozzo, mentre gran parte dei rimanenti siti sono dedicati al controllo delle discariche esaurite di S. Rocco, Bastida e Porto Canale.

Tab. 3.17

SIGLA	GESTIONE	AREA	CODICE	STRAT	QUOTA TESTA	QUOTA_PC	H_m	FILTRI	NOTA
PZ 1	PadaniaAcque	Ca' del Binda	CDB_1	no	49,17	48,45	14,00	8_11 – 14	
PZ 1	PadaniaAcque	Campo Pozzi Est	CPE_1	no	44,06	43,05	240,00	228 – 235,5	misuratore
PZ 2	PadaniaAcque	Campo Pozzi Est	CPE_2	si	44,00	43,05	188,00	179 – 185	misuratore
PZ 3	PadaniaAcque	Campo Pozzi Est	CPE_3	si	43,99	43,16	217,00	207 – 213	misuratore
PZ 4	PadaniaAcque	Campo Pozzi Est	CPE_4	si	44,07	43,36	144,00	135 – 141	
PZ 5	PadaniaAcque	Campo Pozzi Est	CPE_5	no	42,68	43,28	20,00	6 – 20	pc su piazzale
PZ 6	PadaniaAcque	Campo Pozzi Est	CPE_6	no	43,03	43,35	10,00	6 – 9	pc su piazzale
PZde1	PadaniaAcque	Campo Pozzi Est – via Postumia	CPE_D1	si	43,22	42,50	185,00	165 – 185	protezione dinamica
PZde1bis	PadaniaAcque	Campo Pozzi Est – via Postumia	CPE_D1b	si	43,28	42,54	25,00	10 – 25	protezione dinamica
PZde2	PadaniaAcque	Campo Pozzi Est – via Mantova	CPE_D2	si	44,17	43,46	191,00	161 – 186	protezione dinamica
PZde2bis	PadaniaAcque	Campo Pozzi Est – via Mantova	CPE_D2b	si	43,72	43,00	25,00	5 – 25	protezione dinamica
PZde3	PadaniaAcque	Campo Pozzi Est – Ca' del Ferro	CPE_D3	si	43,46	42,85	185,00	160 – 180	protezione dinamica
PZde4	PadaniaAcque	Campo Pozzi Est – via Giuseppina	CPE_D4	si	42,78	42,05	185,00	170 – 180	protezione dinamica
PZde5	PadaniaAcque	Campo Pozzi Est – tangenziale	CPE_D5	si	43,44	42,69	185,00	165 – 185	protezione dinamica
PZ 1	PadaniaAcque	Campo Pozzi Ovest	CPO_1	no	47,39	46,28	225,00	177 – 219	misuratore
PZ 2	PadaniaAcque	Campo Pozzi Ovest	CPO_2	no	47,36	46,12	170,00	152 – 164	misuratore
PZ 3	PadaniaAcque	Campo Pozzi Ovest	CPO_3	no	47,12	46,24	134,00	117 – 129	misuratore
PZ 4	PadaniaAcque	Campo Pozzi Ovest	CPO_4	no	47,74	46,84	222,00	153 – 216	misuratore; pc piazzale
PZ 5	PadaniaAcque	Campo Pozzi Ovest	CPO_5	no	46,62	46,97	20,00	4 – 20	pc su strada
PZdo1	PadaniaAcque	Campo Pozzi Ovest – via Castelverde	CPO_D1	si	46,90	47,05	185,00	165 – 180	protezione dinamica
PZdo2	PadaniaAcque	Campo Pozzi Ovest – via Erno	CPO_D2	si	48,69	48,80	196,00	181 – 191	protezione dinamica
PZdo3	PadaniaAcque	Campo Pozzi Ovest – via Erno	CPO_D3	si	49,18	49,43	194,00	179 – 189	protezione dinamica
PZdo4	PadaniaAcque	Campo Pozzi Ovest – via Bragadini	CPO_D4	si	48,36	47,70	180,00	160 – 175	protezione dinamica
PZdo5	PadaniaAcque	Campo Pozzi Ovest – viale Cambonino	CPO_D5	si	47,27	46,72	184,00	159 – 174	protezione dinamica
PZ 1	AEM	Cattapane	CTP_1	no	36,84	36,90	6,00	4 – 6	
PZ 1	AEM	Depuratore	DEP_1	si	38,31	37,50	18,00	12 – 15	
PZ 2	AEM	Depuratore	DEP_2	si	38,17	37,56	15,00	6 – 12	
PZ 3	AEM	Depuratore	DEP_3	si	38,50	37,67	18,00	12 – 15	
PZ 1	AEM	Discarica Porto Canale	DPC_1	no	37,26	37,25	10,00		in torrino
PZ 2	AEM	Discarica Porto Canale	DPC_2	no	37,27	37,25	10,00		in torrino
PZ 3	AEM	Discarica Porto Canale	DPC_3	no	37,69	37,20	10,00		in torrino
PZ 4	AEM	Discarica Porto Canale	DPC_4	no	38,64	38,50	10,00		in torrino
PZ 5	AEM	Discarica Porto Canale	DPC_5	no	39,11	38,90	10,00		in torrino
PZ 6	AEM	Discarica Porto Canale	DPC_6	no	39,37	39,10	10,00		in torrino
1	Ex Consorzio Dugali	C.na Casino	DUG_1	si	45,65	45,30	6,50		controllo freatico
2	Ex Consorzio Dugali	C.na Cappuccina – Battaglione	DUG_2	si	41,50	41,30	8,00		controllo freatico
PZ 1	AEM	Discarica via Bastida	DVB_1	si	37,77	37,70	12,00	6 – 9	in pozzetto
PZ 2	AEM	Discarica via Bastida	DVB_2	si	37,46	37,50	12,00	6 – 9	in pozzetto
PZ 3	AEM	Discarica via Bastida	DVB_3	si	39,29	39,35	15,00	10 – 13	in pozzetto
PZ 4	AEM	Discarica via Bastida	DVB_4	si	39,25	39,45	15,00	7 – 14	in pozzetto

PZ 5	AEM	Discarica via Bastida	DVB_5	si	39,20	39,40	15,00	7 – 14	in pozzetto
PZ 1	AEM	San Rocco	SRO_1	no	0,00	0,00	0,00		
PZ 10	AEM	San Rocco	SRO_10	no	35,74	35,05	15,00	2 – 15	in torrino
PZ 11	AEM	San Rocco	SRO_11	no	55,99	55,60	35,00	29 – 35	quota campi 36 m
PZ 12	AEM	San Rocco	SRO_12	no	37,09	36,85	10,00	3 – 10	
PZ 2	AEM	San Rocco	SRO_2	si	0,00	0,00	0,00		
PZ 2 bis	AEM	San Rocco	SRO_2b	no	36,53	35,70	15,00	2 – 15	in torrino
PZ 3	AEM	San Rocco	SRO_3	no	36,31	35,70	10,00	5 – 10	in torrino
PZ 4	AEM	San Rocco	SRO_4	si	37,11	37,10	15,00	3 – 15	in pozzetto
PZ 5	AEM	San Rocco	SRO_5	si	36,40	35,60	42,00	33 – 39	in torrino
PZ 6	AEM	San Rocco	SRO_6	si	36,17	36,30	15,00	3 – 15	in pozzetto
PZ 7	AEM	San Rocco	SRO_7	si	37,12	37,10	15,00	3 – 15	in pozzetto
PZ 8	AEM	San Rocco	SRO_8	no	36,80	35,80	15,00	9 – 12	
PZ 9	AEM	San Rocco	SRO_9	no	36,53	35,80	38,00	32 – 35	
PZA1	AEM	San Rocco	SRO_A1	no	36,50	36,50	15,00	3 – 15	
PZA5	AEM	San Rocco	SRO_A5	no	36,70	36,70	15,00	3 – 15	
PZA6	AEM	San Rocco	SRO_A6	no	0,00	0,00	0,00		
1	Ex Consorzio Vacchelli	Cascina Caffa	VAC_1	no	47,80	47,55	0,00		controllo freatico
PZ1	AEM	via Villetta	VIL_1	no	36,50	0,00	4,80		

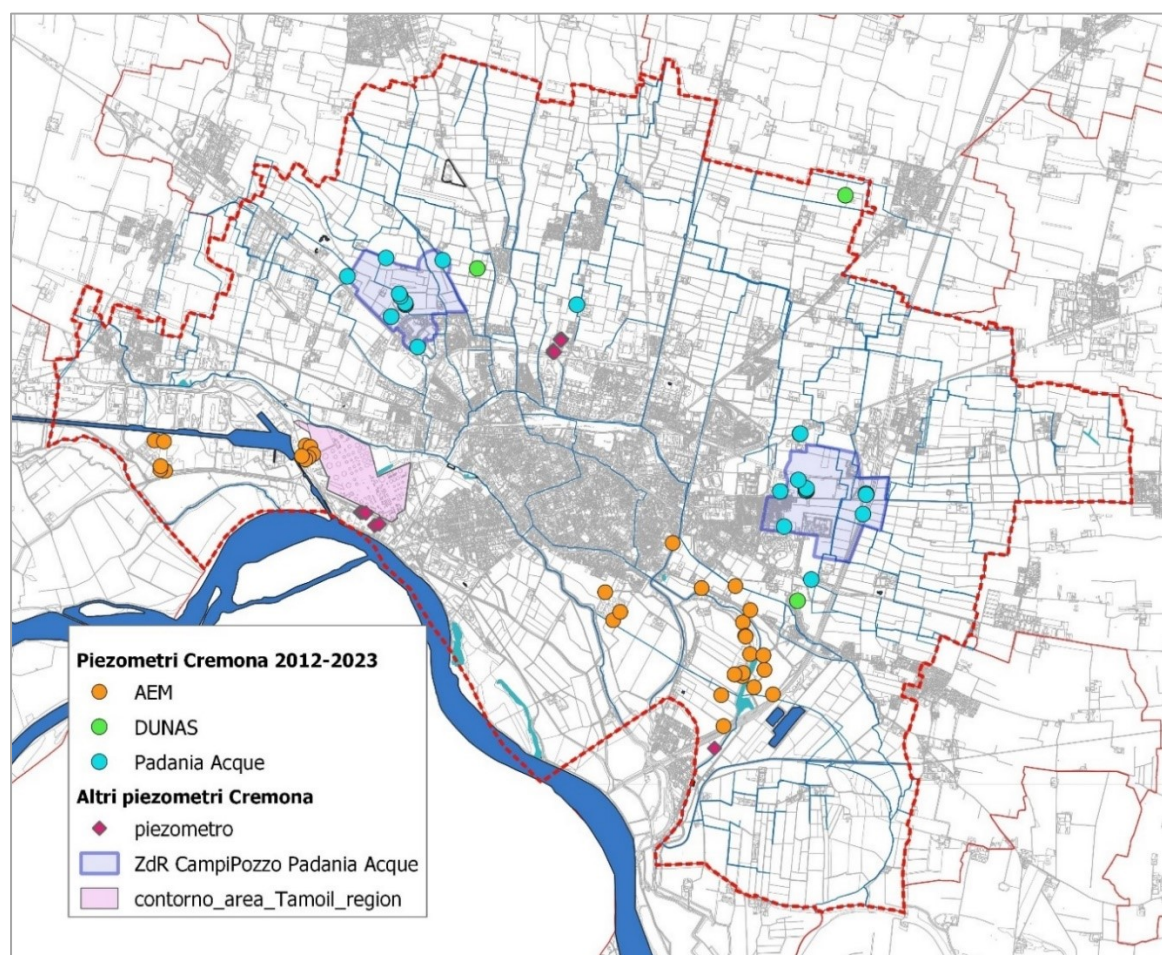


Fig. 3.69 Piezometri AEM e freatimetri dei Consorzi di Bonifica

La tabella successiva riporta l'elenco delle pratiche autorizzative inoltrate alla Provincia di Cremona per l'installazione di piezometri. Come già riferito, si tratta, in questi casi, come nella maggioranza delle autorizzazioni, di interventi di monitoraggio ambientale in procedure di bonifica o simili. Sono stati attivati,

come da tabella, anche 5 piezometri nell'area della Canottieri Bissolati, subito a valle dell'area Tamoil, dalla quale sembrano provenire ancora non modeste dosi di idrocarburi.

Riguardo alla Tamoil, di cui si tratta nel Cap.4, si è anche evitato di registrare qui tipo e quantità di pozzi e piezometri che, in gran numero, sono stati installati nell'area per il monitoraggio e il disinquinamento. E' una area particolare, oggetto di attenzione da parte di vari enti, e con una sua storia e un iter specifici.

n	sigla	tipo	data_da	uso	prof_m	strat	fitri	falda	note	proprieta
		piezometro							dati non noti - esiste ?	Bernuzzi
2		piezometro	2-2022	ambientale	15		6-15	10,1	inquinamento idrocarburi	Canottieri Bissolati
4		piezometro	2-2022	ambientale	15		6-15	10,9	inquinamento idrocarburi	Canottieri Bissolati
5		piezometro	2-2022	ambientale	15		6-15	9,6	inquinamento idrocarburi	Canottieri Bissolati
1		piezometro	2-2022	ambientale	15		6-15	9,1	inquinamento idrocarburi	Canottieri Bissolati
3		piezometro	2-2022	ambientale	15		6-15	9,3	inquinamento idrocarburi	Canottieri Bissolati
32		piezometro	7-2017	ambientale	4	si	1,3	1,6	ubicazione non precisa, mappale 134	Wonder
33		piezometro	7-2017	ambientale	4	si	1-3	1,6	ubicazione non precisa, mappale 134	Wonder
36		piezometro	7-2017	ambientale	4	si	1-3,1	1,6	ubicazione non precisa, mappale 134	Wonder
34		piezometro	7-2017	ambientale	6	si	2-6	3,8	ubicazione non precisa, mappale 16	Wonder
35		piezometro	7-2017	ambientale	6	si	2-6	3,8	ubicazione non precisa, mappale 16	Wonder
37		piezometro	7-2017	ambientale	8	si	2-7	3,8	ubicazione non precisa, mappale 16	Wonder

Tab. 3.18 Piezometri autorizzati dalla Provincia di Cremona tra 2017 e 2022

Da ultimo, si veda, la successiva tabella dei dati forniti dalla Provincia di Cremona e riferiti alla banca dati CUI (Catasto Utente Idriche) di Regione Lombardia. Si pongono vari problemi di correlazione con gli altri dati, non risolvibili con certezza nella impossibilità di una verifica cartografica (dati non georeferenziati).

La tabella contiene 168 record, dei quali ben 87 (evidenziati in rosso) non trovano corrispondenza nei codici CUI dei pozzi già censiti nel 2011 a Cremona. Peraltro molti codici del precedente censimento non si trovano nell'elenco CUI, risultandone così una situazione ancora tutta da sistemare e integrare.

Le informazioni ricavate dal CUI e/ messe a disposizione sono scarse e limitate, per la parte geografica, ai riferimenti catastali. Un criterio ampiamente insufficiente per una accettabile localizzazione, vista la dimensione di molte particelle del catasto.

id	num. captazione	Foglio	Mappale	Profondita perforazione	num. colonna	Profondita colonna	inizio primo filtro	Fine ultimo filtro	id pratica	id	num. captazione	Foglio	Mappale	Profondita perforazione	num. colonna	Profondita colonna	inizio primo filtro	Fine ultimo filtro	id pratica
95	1	66	18	90	1	90	69	87	CR0118961989	128	1	85	534	65	1		53	63	CR03225082013
96	2	66	18	28	1	28	23	25	CR0118961989	42	1	17	407	40	1	40	20	33	CR03225102013
60	1	32	35	42	1		18	24	CR0120042001	108	1	71	248	45	1	45	30	45	CR03225272013
61	2	32	35	130	1		116	128	CR0120042001	63	1	35	28	102	1	102	75	95	CR03226842013
12	1	8	2	26	1		12	26	CR0130041994	64	2	35	28	135	1	135	71	130	CR03226842013
7	1	6	23	40	1	40	24	30	CR0130051994	89	2	59	15	20	1	20	15	20	CR03227262013
34	2	15	15	27	1		18	27	CR0130061994	90	1	59	18	110	1	110	100	110	CR03227262013
126	2	84	552	100	1		94	100	CR0130101994	14	1	8	20	50	1	50	15	48	CR03234162013
112	1	72	61	40	1		30	35	CR0130111994	72	1	49	14	25	1	25	8	20	CR03248242014
118	2	72	112	42	1		32	42	CR0130111994	19	1	9	57	90	1	30	84	90	CR03264332015
135	1	100	132	30	1		25	29	CR0130121994	132	1	100	23	209	1	209	197	209	CR03265172011
5	1	4	22	25	1		19	25	CR0130131994	133	2	100	31	40	1	40	24	29	CR03265172011
40	1	17	67						CR0130161995	100	1	67	32	35	1	35	30	35	CR03265422015
74	1	49	194	15	1		14	15	CR0130171994	101	2	67	32	56	1	56	40	50	CR03265422015
137	2	106	62	54	1		0	50	CR0130191994	151	1	109	192	40	1	40	29	39	CR03267802015
139	1	106	86	50	1		0	46	CR0130191994	97	1	66	57	130					CR03272592015
140	3	106	86	106	1		0	86	CR0130191994	41	1	17	86		1		20	24	CR03273992015
164	1	118	23	87	1		81	87	CR0130201994	99	1	66	130	132	1		57	126	CR03286712016

id	num. captazione	Foglio	Mappale	Profondità perforazione	num. colonna	Profondità colonna	Inizio primo filtro	Fine ultimo filtro	id pratica	id	num. captazione	Foglio	Mappale	Profondità perforazione	num. colonna	Profondità colonna	Inizio primo filtro	Fine ultimo filtro	id pratica
4	1	4	6	105	1		100	105	CR0130261995	141	1	106	198						CR03297532016
13	1	8	6	130	1		116	122	CR0130271994	85	1	55	463	30	1	30	15	25	CR0336342002
146	3	108	16	20	1		18	20	CR0130301994	103	1	69	70	141	1		113	133	CR0338851995
147	2	108	22	25	1		20	25	CR0130301994	104	2	69	70	131	1	131	103	128	CR0338851995
148	1	108	149	20	1		18	20	CR0130301994	152	1	112	54	22	1		15	20	CR0338981994
166	1	119	22	85	1		0	80	CR0130311994	153	2	112	54	22	1		14	20	CR0338981994
59	1	31	25	30	1		28	30	CR0130331994	155	3	114	15	22	1		14	20	CR0338981994
130	1	97	41	20	1		15	18	CR0130341994	113	1	72	75	85	1		79	85	CR0339021993
93	1	62	18	80	1		70	80	CR0130371994	114	2	72	75	95	1		89	95	CR0339021993
94	2	62	101	80	1		70	80	CR0130371994	75	1	51	153	50	1		6	9	CR0339342004
2	1	3	15	25					CR0130391994	76	2	51	153	65	1		55	65	CR0339342004
3	2	3	15	25					CR0130391994	15	1	9	13	25	1		22	25	CR0339621995
86	1	56	6	80	1		75	80	CR0130401994	53	1	29	8	80	1		35	40	CR0342552005
123	1	73	166						CR0130461995	144	1	106	non censito	46	1	46	35	45	CR0343012005
6	1	5	62		1		122	134	CR0130471995	51	1	20	101	45	1	45	35	45	CR0343102005
45	1	18	79	78	1		66	72	CR0130521994	129	1	87	87	64	1		54	64	CR0343292003
65	1	36	111	122	1		110	122	CR0130531995	43	1	17	415	30	1	30	15	25	CR0343302004
66	2	36	111	53	1	53	47	53	CR0130531995	50	1	20	93	45	1	45	35	45	CR0343372004
71	1	38	59	55	1		40	55	CR0130542001	105	1	70	18	110	1		93	105	CR0344082005
120	1	73	93	40	1		36	40	CR0130561994	106	2	70	18	122	1		65	120	CR0344082005
58	1	30	74	50	1		40	50	CR0130581994	29	1	13	5	46	1	46	25	40	CR0344212005
30	1	13	31	27	1		22	27	CR0130601994	35	1	16	23	151	1		109	142	CR0344282005
131	1	98	87	114					CR0130671994	70	2	37	359	205	1		79	192	CR0344282005
39	1	17	16	70	1		64	70	CR0130691994	24	1	11	129	26	1		22	25	CR0344312005
160	1	117	14	92	1	92	80	92	CR0130731989	80	1	54	132	110	1	110	94	100	CR0344472005
165	2	118	84	92	1	92	80	92	CR0130731989	27	1	12	51	61	1		41	56	CR0344502001
31	1	13	91	90					CR0130751992	28	1	12	51	61	2		41	56	CR0344502001
77	1	52	10	120	1	120	110	120	CR0130771995	83	1	54	417	0	1		40	42	CR0345252006
17	2	9	22	136	1	136	131	136	CR0130791995	54	1	29	30	88	1		82	88	CR0345261994
18	1	9	23	48	1	48	39	48	CR0130791995	20	4	10	15	35	1		15	23	CR0345511995
9	2	6	96	50	1	50	45	50	CR0130811996	21	2	10	17	120	1	120	110	120	CR0345511995
10	1	6	97	110	1	110	105	110	CR0130811996	22	1	10	19	120	1	120	110	120	CR0345511995
78	1	54	69	100					CR0130831997	23	3	10	47	12	1		11	12	CR0345511995
79	2	54	69	100					CR0130831997	1	1	2	103	24	1		18	24	CR0345621995
25	2	12	7	30	1		20	28	CR0130921998	8	2	6	56	30	1		19	29	CR0345621995
26	1	12	10	127	1		121	127	CR0130921998	156	1	114	26	20	1		15	20	CR0345692006
149	1	109	42	60	1	60	40	55	CR03119152008	52	1	23	107	81	1	81	75	81	CR0345702006
121	1	73	108	135	1	135	129	135	CR03122252008	98	2	66	106	35	1	35	15	25	CR0345702006
110	2	72	38	140	1	140	100	120	CR03129862008	145	3	108	10	120	1		115	120	CR0345702006
111	3	72	38	120	1	120	90	110	CR03129862008	82	1	54	235	42	1		36	42	CR0345952001
134	4	100	63	140	1	140	120	135	CR03129862008	81	1	54	132	108	1	24	99	105	CR0346132006
36	1	16	74	25	1	24	10	22	CR03137382009	138	1	106	74	32					CR0346322005
125	2	84	445	50	1	50	35	50	CR03137822007	122	1	73	136	50	1	80	25	49	CR0346341998
127	1	84	445 (ex 443)	129	1	129	123	129	CR03137822007	46	1	18	120	62	1	62	18	24	CR0346372005
143	1	106	non censito	30	1	30	22	30	CR03156902010	47	3	18	120	96	1	96	84	96	CR0346372005
84	1	55	251	30	1	30	15	25	CR03160722010	48	2	18	145	128	1	128	116	128	CR0346372005
168	1			70	1	70	50	65	CR03164572010	157	1	115	10	120	1	120	110	120	CR0346542006
136	1	106	5	30	1		24	30	CR03167972009	158	2	115	19	29	1	29	18	20	CR0346542006
124	1	76	149	29	1	29	19	29	CR03172792011	159	3	115	22	29	1	29	18	20	CR0346542006
11	1	7	868	40	1	40	15	35	CR03179652011	44	1	17	437	30	1		15	25	CR0346552003
49	2	20	16	140	1		114	137	CR03187152011	88	1	58	21	251	1		164	224	CR0346641994
62	1	32	156	131	1		112	131	CR03187152011	161	1	117	25	101	1	101	95	101	CR0347022006
73	1	49	81	100	1		90	95	CR03191312010	162	2	118	5	20	1		17	20	CR0347022006
92	1	61	6	36	1	36	15	35	CR03195312012	142	1	106	56-57	82	1		75	80	CR0347552006
119	1	73	38	55	1	55	29	49	CR03199882012	102	1	68	139	70	1		50	65	CR0347562006
55	2	29	166 (ex 105)	40	1	40	27	36	CR03203432008	87	1	56	25	60	1	60	42	57	CR0348432006
56	3	29	166 (ex 176)	40	1	40	15	28	CR03203432008	163	1	118	22	110	1	110	90	105	CR0348872007
57	1	29	166 (ex 32)	40	1	40	27	36	CR03203432008	150	1	109	42	145	1	86	125	140	CR0348942007
167	4	29 (ex 30)	166 (ex 587)	40	1	40	15	29	CR03203432008	107	1	70	26	25	1	25	15	20	CR0349992007
16	1	9	19	37	1	37	10	30	CR03206922012	117	1	72	91	40	1	40	25	40	CR0350322007
67	2	37	347	42	1	42	35	40	CR03209352012	109	1	72	35	41	1	41	19	39	CR0350961991
68	1	37	357	30	1	30	12	27	CR03209352012	115	1	72	83	140	1		125	140	CR0350972003
69	3	37	357	80	1	80	65	80	CR03209352012	116	2	72	83	41	1		30	40	CR0350972003
91	1	59	30 sub.503	114	1		108	114	CR03212422012	32	1	14	102	120	1	120	100	110	CR0350992005
37	2	16	180	126	1	124	112	124	CR03224522013	33	2	14	102	29	1	29	19	29	CR0350992005
38	1	16	180 (ex 28)	18	1	18	16	18	CR03224522013	154	1	112	220	25	1		0	0	CR03882002

Tab. 3.19 Tabella dei pozzi registrati nella banca dati CUI regionale, forniti da Provincia di Cremona. Evidenziati in rosso i codici non presenti nel censimento generale .

## 4 Caratteri geologico – tecnici e degrado dei terreni

### Premessa

Con la presente edizione dello Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT sono stati sviluppati e aggiornati parzialmente i due temi trattati nel presente capitolo, cioè caratteri geologico-tecnici e fattori e siti di degradazione dei terreni.

L'insieme dei nuovi dati di caratterizzazione geologica e geotecnica provenienti da pratiche depositate per cantieri edili, infrastrutture, indagini ambientali e altro è stato usato per migliorare l'illustrazione del comportamento generale dei terreni, ma non per rivedere la geografia delle aree caratteristiche. Peraltro i nuovi dati sono serviti di sostegno per le valutazioni idrogeologiche e per la pericolosità sismica. Essi rimarranno inoltre archiviati in una raccolta disponibile per successive valutazioni e/o revisioni.

Riguardo al "degrado dei terreni" comprensivo di molti temi, neppure tutti di stretta competenza dello studio geologico comunale, è stato possibile nell'attuale edizione aggiornare solo una parte delle informazioni, lasciandone alcune allo stato preesistente ed eliminandone altre. Bisogna dire che talune banche dati non sono più accessibili e/o sono molto poco aggiornate e che l'accertamento diretto e più capillare delle situazioni richiederebbe molto tempo.

Inoltre, una valutazione critica del tema mette in evidenza la scarsa consistenza di rilevazioni effettuate sulla base di osservazioni da immagini satellitari e mappe di varia scala. Osservazioni che si riferiscono alla data di redazione dei documenti consultati, o al momento della redazione dello studio geologico, e che quindi non possono seguire l'evoluzione rapida di questo tipo di fenomeni. Per questo obiettivo, si avrebbe bisogno di una rilevazione completa frequente (biennale almeno) e una banca dati GIS di ogni poligono (catasto ?) di interesse. Si conferma, in particolare, l'impossibilità a tener dietro al ritmo delle trasformazioni territoriali in aree molto attive (per esempio l'ambito vallivo delle grandi attività produttive e commerciali di Cremona ovest), interpretando in chiave geologica processi complessi di trasformazione territoriale, fortemente impattanti, ordinari e straordinari, e affrontabili solo con molto maggiore dettaglio. Pertanto, in questa edizione dello studio della "Componente geologica, idrogeologica e sismica" si semplifica il testo descrittivo e, soprattutto la cartografia (Tav.4), evitando di riprodurre il disegno delle piccole aree di degrado e di quelle riferibili ad ambiti a dinamica complessa di cui è difficile ricostruire l'evoluzione. Piuttosto indicando questi ambiti solo nel loro insieme, eventualmente da considerare unitariamente e in dettaglio con diverso approccio.

Del resto, salvo poche situazioni incontrollate, si tratta di trasformazioni che avvengono nel contesto di procedure autorizzative riconosciute e che dovrebbero essere già sottoposte alla verifica pubblica. Che siano dunque gli enti che gestiscono tutte queste pratiche a pubblicare i dati in questione e, semmai, a fornire le pertinenti e complete informazioni ai comuni, anche di tipo geologico e geologico-ambientale, per un automatico inserimento in una mappatura conoscitiva di "secondo livello".

Nella carta tematica (Tav.4) si tralascerà anche di rappresentare, come nella precedente edizione della Carta, le morfologie e le opere in terra corrispondenti ad infrastrutture e opere antropiche che comportano grandi movimenti terra, perché si tratta di un processo urbanistico "ordinario" recente; anch'esso, almeno in teoria, perfettamente controllato e conosciuto dai meccanismi della attività amministrativa.

## 4.1 Organizzazione e analisi dei dati geologico-tecnici puntuali

Nell'ambito dell'aggiornamento dello studio della componente geologica per il PGT è stata effettuata, dopo quella massiccia e organica del 2012, una nuova ricerca di dati di caratterizzazione geologico tecnica del sottosuolo, finalizzata alla descrizione dello stesso e alla impostazione di una banca dati geotecniche che l'Amministrazione potrà successivamente completare e rendere disponibile sia per i servizi tecnici interni, sia per gli operatori del settore.

I dati del primo elenco, riprodotto di seguito, sono stati reperiti e consultati per il PGT 2012 e si riferiscono a pratiche di edilizia pubblica e privata, opere pubbliche e infrastrutture, indagini ambientali. Per una migliore caratterizzazione delle aree esterne al centro urbano e alle aree industriali, dove si concentrano la maggior parte dei dati, sono state utilizzate anche pratiche tecniche dei comuni limitrofi. Ove disponibili, sono state consultate e inserite in banca dati anche le prove di caratterizzazione geotecnica di alcuni degli Studi della componente geologica degli stessi comuni confinanti con Cremona.

Inoltre sono state riportate 14 prove effettuate da G. Bassi per il precedente Studio geologico di PGT (2000). La tabella 4.1 seguente riassume le pratiche visionate e il numero e tipo di prove geotecniche contenute.

<i>COD</i>	<i>CANTIERE</i>	<i>TIPO</i>	<i>ANNO</i>	<i>PROFESSIONISTA O SOCIETA'</i>	<i>DATI</i>	<i>PROVE</i>	<i>NOTE</i>
AA001	Tamoil	pri			NO		
AM001	Cna Canova Az.Agr.Salomoni	pri	2011	dott. Anelli	SI	3 CPT; 2 TRINCEE	
AM002	S. Rocco AEM	pu	1997	Studio Servizi	SI	7 SONDAGGI	ALTRI 11 PIEZOMETRI E SONDAGGI SENZA STRAT
AM003	via Sesto Toto Costruzioni	pri	2011	dott. Daguati	SI	17 SONDAGGI	
AM004	Tamoil Tamoil Italia	pri	2008	it group	SI	13 SOND. CON PIEZOM.	SCHEMA STRATIGAFICO - 15 PIEZOM.
AM005	via Eridano Tamoil Italia	pri		it group	SI	17 SONDAGGI	SU 26 PUNTI SOLO 17 HANNO DATI
AM006	Cavatigozzi Arvedi spa	pri			SI	9 SOND. CON 3 PIEZOM.	ALTRI 14 SONDAGGI E PIEZOMETRI NO DATI
AM007	via Giuseppina URS Italia	pri	2010	Singea srl	SI	4 SOND. CON PIEZOMETRI	5 SONDAGGI CON PIEZOM.; NO 1 STRAT
AM008	via Giuseppina Api spa	pri	2009	Eurogeo	SI	3 SONDAGGI	SOLO 5 M DI PROF
AM009	via Milano Incrocietello srl	pri	2011	dott. Daguati	SI	10 SONDAGGI	NO PIEZOMETRO 11
AM010	via Cadolini Telecom Italia	pri	2009	Ecologia Bruscino	SI	2 SONDAGGI	PROF. 4 M
AM011	via Industrie Fragni srl	pri		dott. Daguati	SI	1 SOND.CON PIEZOMETRO	37 PIEZOMETRI CON 1 STRATIGRAFIA TIPO
AM012	via Boschetto Keropetrol spa	pri		dott. Daguati	NO		
AM013	via Castelleone	pri	2005	dott. Piazza _Zagato	SI	2 SONDAGGI	5 PIEZOMETRI CON SOLO 2 SONDAGGI
AM014		pri	2006	CREA srl	SI	4 SONDAGGI	A 5 M
AM015	via Giuseppina ERG Petroli spa	pri	2006	CECAM	SI	12 SOND. 4 PIEZOMETRI	

AM016	via del Sale Coop. Monteverdi SCE	pri	2006	M.A.Premoli – SMA srl	SI	4 SONDAGGI CON PIEZOM.	SCHEMA DESCRITTIVO; MANCA STATIGRAFIA
AM017	via Castelleone Azzurra Imm. srl	pri	2005	studio Bardazza	NO		
AM018	via S. Rocco B.N.Costruzioni	pri	2006	arch. Bodini	NO		
AM019	Viale Po ENI spa	pri	2008	Petroltecnica	NO		
AM020	via Milano Esso Italia	pri	2007	Petroltecnica	SI	7 SONDAGGI CON PIEZOM.	
AM021	via Opifici	pri	2003	CREA – dott. Montesi	SI	3 SONDAGGI	
AM022	SS 415 Lameri	pri	2003	Geologia Ambiente	SI	4 SONDAGGI	
AM023	via Vulpariolo Ecosteel	pri	2004	Geotea x Procura	SI	9 SONDAGGI	ALTRI 12 PIEZOMETRI SENZA DATI
AM024	via Milano Shell Italia	pri	2004	Golder Associates	SI	9 SONDAGGI CON PIEZOM.	10 PIEZOM. MANCA 1 STRATIGRAFIA
AM025					SI	3 SONDAGGI CON PIEZOM.	
AM026	Porto Canale AEM	pu			NO		
AM027	Depuratore AEM	pu		Idraulica Villa	SI	3 SONDAGGI CON PIEZOM.	
AM028					NO		RIF.7 CPT E 2 PIEZOM.DATI PARZIALI
AM029					NO	NO	SOLO TRINCEE PER AMBIENTALE
AM030					NO	NO	SEGNATI PIEZOMETRI
AM031					NO	NO	
ED001		pri	2003	dott. Sandon	SI	2 CPT; 1 SONDAGGIO	
ED002	Porto interno	pri	2003	ing. Brambilla – Geoser	SI	3 CPT; 1 SONDAGGIO	
ED003	via S. Francesco Imm.Sorriso	pri	2005	dott. Soregaroli	SI	2 CPT; 1 SCPT	
ED004	via Ippocastani Prog & Cost	pri	2010	dott. Daguati	SI	2 CPT	
ED005	via Ca' del Binda Dusi	pri	2011	Castalia	SI	2 SCPT	
ED006	Porto interno Airoldi sas	pri	2009	Faccini – Parmageo	SI	6 CPT; 1 MASW	
ED007	Garibotti, pza Fiume Imm. S.Giorgio	pri	2010	dott. Torresani	SI	3 CPT	
ED008	S. Giacomo Lovara SNAM Rete Gas	pri	2007	Lodini Geotecnica	SI	1 SONDAGGIO	
ED009	via Dante	pri	2008	dott. Daguati	SI	2 CPT	
ED010	ex Consorzio Agrario	pri	2008	dott. Bassi	SI	4 SCPT	
ED011	via Giordano Imm. Torino	pri	2005	Akrofin	SI	5 SCPT; 1 SONDAGGIO	

ED012	via Massarotti Ist. Suore Adoratrici	pri	2010	dott. Soregaroli	SI	8 CPT; 1 MASW	
ED013	Piazza Vida Eredi Antonioli	pri	2005	dott. Emani	SI	1 CPT	
ED014	via Giordano Beltrami spa	pri	2009	Sandon srl	SI	1 CPT; 1 SCPT 1 SOND.	+ 1 MASW
ED015	Excedil	pri	2010	dott. Drera	SI	3 SCPT	
ED016	via Novati	pri	2010	GEA Eng.	SI	3 CPT	
ED017	Battaglione	pri	2008	dott. Torti	SI	3 CPT; 2 SCPT	
ED018	loc.Maristella	pri	2009	dott. Daguati	SI	3 CPT	
ED019	Picenengo ENI spa	pri	2011	dott. Stroppa	SI	1 DPM; 1 MASW	
ED020					SI	6 SCPT, 2 SONDAGGI	PROVE NON UBICABILI
ED021	via Trento Trieste Coop."I Tulipani"	pri	2004	dott. Cortiana e Valentini	SI	8 SCPT	
ED022	via Trento Trieste Coop. "I Tulipani"	pri	2005	dott. Cortiana e Valentini	SI	5 SCPT	
ED023	via Trento Trieste Coop. I Tulipani	pri	2005	dott. Cortiana e Valentini	SI	1 SOND. CON PIEZOM.	
ED024	via Brescia	pri	2006	dott. Cortiana e Valentini	SI	2 SCPT	
ED025	via S. Bartolomeo Picenengo Federimmobiliare	pri	2007	dott. Cortiana e Valentini	SI	3 SCPT	
ED026	via S. Bernardo Cooperativa I Tulipani	pri	2007	dott. Cortiana e Valentini	SI	4 SCPT	
ED027	via Ostiano Arte Costruzioni s.r.l.	pri	2007	dott. Cortiana e Valentini	SI	3 SCPT	
ED028					SI	3 SCPT	manca ubicazione singole prove
ED029	via Portinari del Po Ballotta Costruzioni s.r.l.	pri	2010	Dott. Novellini	SI	2 CPT	
ED030	Happy s.r.l. Gadesco Pieve Delmona	pri	2010	dott. Torti	SI	2 CPT	
IN001	Centropadane	pu			SI	19 sondaggi; 10 CPTU	alcune prove senza dati
IN002	Centropadane	pu	2006		NO		
IN003					NO		NO ALLEGATO DATI DEI SOND. RAPP IN SEZIONE
OP001	porto interno	pu	2005	Engeo	SI	6 CPT	
OP002	tangenziale	pu	1996	dott. Bassi	SI	6 CPT	
OP003	tangenziale	pu	2008	ing. Salvadori – Intergeo	SI	2 SONDAGGI	SOND. DA LAVORI SVINCOLO AUTOSTR.
OP004	tangenziale	pu	1999	dott. Bassi	SI	9 CPT, : 2 SONDAGGI	
OP005	Civico Cimitero Comune Cremona	pu	2010	dott. Malerba	SI	3 CPT; 4 SCPT; 8 SONDAGGI	

OP006	Civico Cimitero Comune Cremona	pu	2010	dott. Malerba	NO		2 CPT
OP007	Civico Cimitero Comune Cremona	pu	2010	dott. Malerba	SI	7 CPT; 2 SONDAGGI	
OP008	Civico Cimitero Comune Cremona	pu	2009	dott. Malerba	SI	2 CPT	
OP009	Civico Cimitero Comune Cremona	pu	2011	dott. Malerba	SI	3 CPT	
OP010	P.za Libertà Com. Cremona	pu	2010	dott. Malerba	SI	2 SCPT	
OP011	Ca' de Somenzi Comune Cremona	pu	2009	dott. Bassi	SI	2 CPT; 3 SCPT; 2 SONDAGGI	SI, PARZ
OP012	Piazza Tranvie Comune	pu	2009	dott. Bassi	SI	7 SCPT, 3 SONDAGGI	NO, PARZ; 2 SISMICA
OP013	Cimitero Gerre Borghi	pu	1997	ing. Sandon dott. B	SI	3 SONDAGGI, 3 CPT	
OP014	Cimitero S. Savino Comune Cremona	pu	2002	dott. Malerba	SI	3 CPT	
OP015	S. Rocco AEM	pu	1990	Sandon s.r.l.	SI	3 SONDAGGI, 2 CPT	
OP016	via S. Rocco Comune	pu	2007	dott. Cadrobbi	NO		
OP017	Comune	pu	2001	Ing. Sandon	SI	2 CPT; 2 SCPT; 1 SONDAGGIO	DATI GIA' ELABORATI
OP018	Comune	pu	2001	Ing. Sandon	NO	NO	DATI GIA' ELABORATI
PA001	Quartiere Maristella	pri	2003	dott. Malerba	SI	12 CPT	
PA002	Cavatigozzi Coop. Zelioli	pri	1996	dott. Bassi	NO		RIF ALTRE
PA003	via Industrie FEEI	pri	2002	dott. Malerba	SI	9 CPT	
PA004	via del Sale via Boscone Coop. Monteverdi	pri	2004	dott. Torti	SI	13 CPT	
PA005	via Filzi	pri	2006	Singea srl	SI	6 DPSH; 1 SONDAGGIO	
PA006	Cavatigozzi	pri	2011	dott. Bassi	SI	8 CPT; 3 SCPT	
PA007		pri	2002	arch. Ori - Arienti	SI	3 SONDAGGI	DESCRITTI
PA008	via I maggio via Chiese	pri	2009	dott. Torti	SI	5 CPT 1 MASW	
PA009	Porto Canale	pri	2010	dott. Soregaroli	SI	12 CPT	
PA010	Cavatigozzi Gianbi srl	pri	2010	dott. Daguati	SI	9 SONDAGGI	
PA011	Cavatigozzi Gianbi srl	pri	2010	dott. Daguati	SI	4 SONDAGGI	
PA012	Boschetto Coop. Casa	pri	1993	dott. Bassi	SI	1 CPT	RIF ALTRE

PA013	Colombara Edilnova	pri	2003	Sandon srl	SI	2 CPT	
PA014	S. Pedrengo	pri	2001	dott. Cantarelli	SI	3 CPT	
PA015	Boschetto C.S. La famiglia	pri	2004	studio DGZ	SI	9 CPT	
PA016	San Felice	pri	2008	GeA studio Ass.	SI	9 CPT	
PA017	Bagnara Lares srl	pri	2010	dott. Malerba	SI	14 CPT	
PA018	Quattro Strade Lares	pri	2011	dott. Malerba	SI	8 CPT	
PA019	Quattro Strade E.Pagliari	pri	2010	dott. Malerba	SI	6 CPT	
PA020	Ca' de Stirpi	pri	2008	dott. Bassi	SI	3 CPT; 1 SCPT	
PA021					SI	1 CPT, 2 SONDAGGI	CPT E SOND. PREESISTENTE NO UBICAZ. INTERNO AREA; (PIEZOMETRI ALSI)
SG001	Componente geol. Bonemerse	pu	2008	Dott. Daguati	SI	4 CPT	

Le sigle con le quali sono codificati i cantieri sono indicative del tipo di pratica e della provenienza dei dati. La maggior parte delle pratiche visionate (circa 30 per categoria) è relativa a indagini ambientali (AM: caratterizzazione, bonifica o anche indagini preliminari) e a pratiche di edilizia ordinaria (ED); seguono circa 20 pratiche relative a Piani attuativi o Programmi Integrati di Intervento (sigla PA) e altrettante di opere pubbliche (OP). Sono stati infine analizzati i dati geotecnici relativi agli studi di progetto di 3 infrastrutture che ricadono sul territorio comunale (IN).

Per quanto riguarda gli Studi della componente geologica dei Comuni limitrofi, era stata consultata la documentazione disponibile, nel 2012, per i Comuni di Bonemerse, Casterverde e Gerre de' Caprioli, ma solo i dati geotecnici dello Studio geologico di Bonemerse (SG) erano ripresi nella Banca Dati.

In totale si tratta di oltre 100 pratiche che hanno permesso di ubicare circa 700 punti di indagine, per la maggior parte costituiti da prove penetrometriche statiche CPT (circa 250) e da stratigrafie di sondaggi (300 circa, con oltre 60 punti di sondaggio privi di stratigrafie). I sondaggi comprendono anche numerose indagini superficiali (5 m) effettuate per i procedimenti di indagine e caratterizzazione ambientale.

Integrazioni successive di tale raccolta, sono state effettuate nel 2017, in occasione dell'aggiornamento della Pericolosità Sismica per il PGT comunale e nel corso della predisposizione della presente revisione complessiva dello Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica. Non sono indicate, nello specifico, le indagini di tipo sismico perché del contributo conoscitivo da esse fornito si tratta nel Capitolo 5, relativo alla Pericolosità Sismica. Nei nuovi elenchi non sono inseriti dati ricavati dagli studi geologici dei comuni limitrofi a Cremona, perché gli studi sono poco aggiornati o non forniti di questo tipo di dati. Solo nel caso della sismica sono state reperite indagini dirette, utili per la loro collocazione.

Le successive tabelle si riferiscono dunque ad un primo gruppo di indagini reperite negli archivi comunali di Cremona e datate fino al 2017, e ad una seconda serie di nuovi dati selezionati dagli uffici comunali tra le pratiche depositate fino ad inizio 2023.

Nell'elenco 2017 sono segnalate 38 pratiche utili, in origine estratte per le loro informazioni sismiche. Non tutte contengono indagini dirette in sito, ma forniscono comunque dati utili alla interpretazione geologica locale. Il secondo elenco raccoglie 56 pratiche, soprattutto edilizie e relative alla pianificazione attuativa, comprese tra 2014 e 2023. Sono presenti anche due indagini in area Tamoil, del 1988 e 2009-11, in

precedenza non ubicate. Peraltro, relativamente alla Tamoil, non vengono richiamate qui tutte le moltissime indagini nel tempo realizzate per il monitoraggio e la bonifica del sito.

N	CANTIERE	PROFESSIONISTA	ANNO	PREOVE GEOTECNICHE	NOTE
1	Cabina trasformazione via Marmolada	R.Mariotti	2016	NO	
2	via Bergamaschi	R. Mariotti	2016	NO	usa prove di altri cantieri
3	Tettoia Argine Panizza	R.Mariotti	2016	NO	usa dati di altri cantieri
4	Via Mantova	Di Stasi	2016	no	
5	Cna. Caseificio Cavo via Dei Biancospini	E.Emani	2016	1 CPT	
6	Via Buoso Da Dovara	M.Coffani	2016	1 SCPT	
7	Ferretti International via Acquaviva	M.Bellooli	2016	2SCPT	no ubicazione; riferimento rel. precedente
8	Vecchia Dogana	A.Anelli	2016	NO	integraz. rel.2011 con cap. liquefazione
9	via Sette Camini	A.Anelli	2016	NO	usa dati di altri cantieri, scavo
10	cabina trasfor. Battaglione	R. Mariotti	2016	NO	
11	Commerciale Food via Massarotti 60	M.Zubani	2014	5 CPT; 2 piezo	
12	Barilla - via De' Berenzani 12	G.Giuliani	2016	2 CPT di altra area	solo relazione geotecnica
13	Palestra Canottieri Baldesio -	GEA Engineering	2015	1 Sondaggio; SPT; 2 SCPT	
14	Eurospin - via Bergamo	A.Trevioli	2014	4 DPH	
15	via Vittorio Emanuele 44	R.Mariotti	2016	1 CPT in area limitrofa	
16	via Mantova-Cappuccini	A.Soregaroli	2016	1 CPT	
17	via Chiese	G.Malerba	2013	4 CPT	
18	Corazzi Fibre - via Corazzi	R. Mariotti	2016	4 CPT	
19	Canottieri Flora - via Riglio	A.Soregaroli	2016	2 SCPT	
20	VIA 1MAGGIO-CHIESE	F. Torti	2009	5 CPT	
21	ampliamento IPPC	F. Torti	2016	5 DPSH	
22	Cna Campanella	L.Piazza; A.Zagato	2015	2 CPT	
23	Findonati via Massarotti	A.Anelli	2015	SI	
24	recupero viale Trento Trieste	A.Anelli	2014	2 DPSH; 2 TRINCEE	
25	via Aglio	A.Anelli	2014	2 DP; 1 CPT	
26	Maristella - via Flores	E.Emapi	2010	1 CPT	ubicazione incerta
27	Az. Agr. Grandi Paolo Alberto	geol. Daguati	2016	NO	
28	via Acquaviva - Porto Canale	geol. Bellooli	2016	4 SCPT; 3 sond	
29	Cascina Corte - S.Felice	L.Piazza; A.Zagato	2012	5 CPT	ubicazione incerta
30	Green Oleo, via Bergamo 66		2015	NO	usano 1 cpt di area limitrofa
31	Ampliamento via Landriani	R. Mariotti	2016	1 CPT	
32	via Chiesa	L.Piazza; A.Zagato	2015	3 SCPT	
33	Via Volturmo 13	R.Mariotti	2015	1 SCPT	
34	via Bnomelli 29-31	R. Mariotti	2015	2 CPT	
35	via Folcieri, ampliamento	R. Mariotti	2016	1 CPT	
36	Molino Ronca Via Malcantone	A.Soregaroli	2016	1 CPT	
37	Total ERG Pauledese	R.Cortiana; F.Valentini	2015	2 SCPT	
38	viale Trento e Trieste 25	G. Malerba	2014	1 CPT; 2 SCPT	

Tab. 4.2 Cantieri 2014-2016

cant	nome	professionista	data	geoprove	H m	sismica
AA002	Ferretti Int.	dott. Belloli	giu-2016	2 SCPT, 3 sondaggi con SPT	10-21	XX
AA003	IPCC - Ecoplant	dott.ssa Torti	apr-2016	5 DPSH (SCPT)	8-11	XX
AA004	Cabina trasf. Battaglione	dott. Mariotti	set-2016	4 sondaggi via Giuseppina	10	
AA005	c.so V.Emanuele 44	dott. Mariotti	set-2016	1 CPT altro sito	11	
AA006	Dewaxing Unit Tamoil	SGI	nov-1988	5 CPT, 4 pit, 4 piezo, 1 sond.	4-12-30	
AM032	Tamoil Raffineria	vari	2009-2011	sondaggi, piezo, pozzi	6-70	
ED031	via Sette Camini San Felice	dott. Anelli	mag-2016	3 CPT, 1 trincea	8	
ED032	G.Dioli	dott. Coffani	nov-2016	1 SCPT	10,6	
ED033	Cna Caseificio	dott. Emani	set-2016	1 CPT	7	
ED034	Canottieri Baldesio	Gea Engineering	dic-2015	1 sondaggio con 2 SPT, 2 SC	15	XX
ED035	via Mantova 141D	ing. Di Stasi - Georeflex	feb-2016			
ED036	Tettoia Argine Panizza	dott. Mariotti	giu-2016	1 CPT non in sito	7,8	
ED037	Corazzi Fibre	dott. Mariotti	mag-2016	2 CPT	7,8	
ED038	via Chiese	dott. Malerba	set-2013	4 CPT	9,8	
ED039	Alta Dimora, via Mantova	dott. Soregaroli	giu-2016	1 CPT	12,6	XX
ED040	ASD Canottieri Flora	dott. Soregaroli	2016-2022	2 SCPT	10,2	XX
ED041	EuroSpin	dott. Trivioli	set-2014	4 DPH	15	
ED042	Commerciale Food	dott. Zubani	feb-2014	5 CPT	10-15	
ED043	Findonati, via Aglio	dott. Anelli	apr-2014	2 DP, 1 CPT	6,6	
ED044	Az.Agricola Grandi	dott. Daguati	giu-2016	3 CPT	7,8	XX
ED045	GreenOleo	Studio Franzosi	mar-2016	1 CPT	8	
ED046	Total Erg	Geotecno srl	apr-2015	2 SCPT	11,1	
ED047	via Trieste 25	dott. Malerba	feb-2014	1 CPT e piezometro, 2 SCPT	12	
ED048	IIC via Colletta	dott. Malerba	mag-2014	2 CPT, 2 SCPT	8,8	
ED049	via Volturmo 13	dott. Mariotti	feb-2015	1 SCPT	9,3	
ED050	via Bonomelli 29-31	dott. Mariotti	mar-2015	2 CPT	9,8	
ED051	Orlandelli via De calboli	dott. Mariotti	apr-2016	1 CPT	11,8 (9,8+2)	
ED052	Ampliamento via Landriani	dott. Mariotti	set-2016	1 CPT	9,8	
ED053	Via Chiesa	GEA Engineering	feb-2015	3 SCPT	12	
ED054	Molino Ronca	dott. Soregaroli	ago-2016	1 CPT	14,6	
ED055	ASTL - Porto interno	dott. Lucchini	mag-2019	2 CPT	30	XX
ED056	Uffici ARVEDI	dott. Mariotti	mar-2022	2 CPT	10,8	
ED057	PADELX	dot.ssa Fassera	gen-2022	2 CPT	6,6	XX
ED058	Centro Sportivo Stradivari	dott. Mariotti	apr-2022	2 CPT	10,8	
ED059	Consorzio Agrario	dott. Daguati	feb-2022	2 CPT	23	XX
ED060	Consorzio Agrario	dott. Melli	mar-2022	2 DPM	15	
ED061	GM Soluzioni Imm.	dott. Mariotti	feb-2022	2 CPT, 1 piezometro	9	
ED062	Depuratore PadaniaAcque	dott. Mariotti	lug-2021	1 CPT	10	
ED063	Findonati spa	dott. Anelli	dic-2014	2 CPT	7-10	
ED064	Cna Campanella	GEA Engineering srl	mar-2015	2 CPT	9,4-10,4	XX
ED065	via Flores	dott. Emani	giu-2010	1 CPT	10	
PA022	P.I.I. San felice	Gea Engineering	mag-2012	5 CPT, 1 piezometro	10	XX
PA023	Galli	dott. Daguati-Geolambda	lug-2015	4 CPT	7,8	
PA024	PA CR14 Ca' del Ferro	dott.ssa Giorgi	lug-2014	5 CPT	7	
PA026	LCP Italy srl	dott. Soregaroli-Gola	2012-15-21	4 S, 28 T, 3 pz (8 CPT 2012)	10-15	XX
PA027	Avantea srl	dott. Lucchini	gen-2020	4 CPT	8,8-9,8	XX
PA028	Socar	dott. Daguati	ott-2020	5 CPT	12	XX
PA029	Ambito CR25	dott. Daguati	gen-2014	7 CPT, 3 trincee 3 m	15	
PA030	Ambito CR23	dott. Daguati, Pescina	nov-2016	4 CPT	9,2-9,6	
PA031	Ambito CR21	dott. Daguati	lug-2015	4 CPT	7,8	
PA032	PA CR13 Ca' del ferro est	dott. Daguati-Geolambda	lug-2015-16	4 CPT	7,6	
PA033	Q.T.Service Fraz.Boschetto	dott. Ottomanelli	mar-2022	1 DPSH (SCPT)	12	XX
PA034	ex Armaguerra	dott. Daguati	nov-2019		10	XX
PA035	Ambito CR32a, CR32b	dott. Leoni - GeoArbor	dic-2021	8 SCPT, 3 piezo; 2 Lefranc	12-15	
PA036	Ambito CR27	dott. Aletti	gen-2023	17 CPTU, 1 piezo	16	
PA037	Ambito CR16 - CentroPadan	dott. Canavesi	nov-2022	1 sondaggio con SPT, 1 CPT	30	XX

Tab. 4.3 Cantieri 2014-2023 utilizzati per l'aggiornamento attuale dello studio geologico

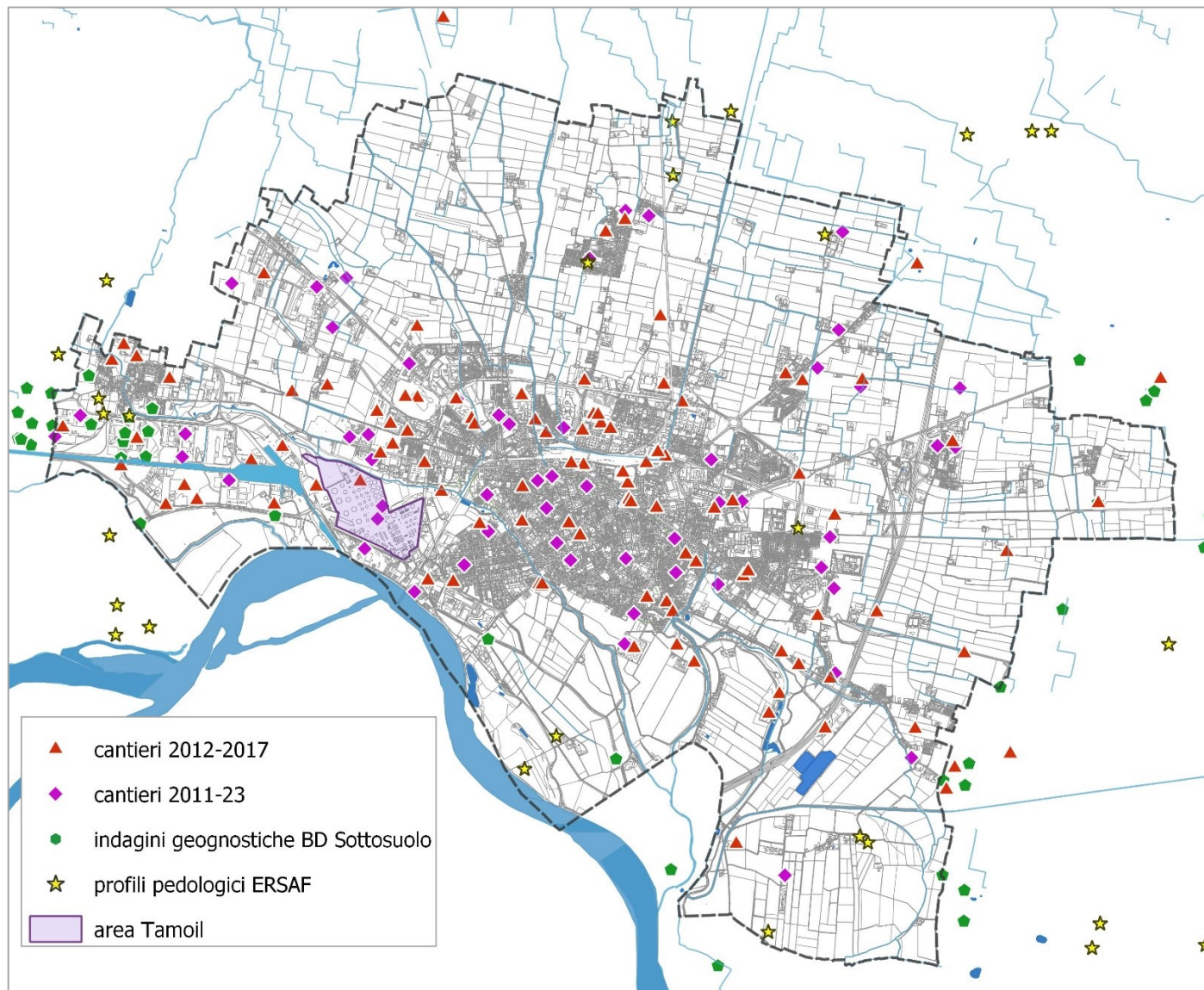


Fig. 4.1

Quadro d'insieme dei cantieri con più indagini e degli altri punti di indagine geognostica (più profili pedologici). Non sono indicate le ubicazioni dei pozzi per acqua

## 4.2 Elementi di caratterizzazione geologico tecnica delle unità geologiche

### 4.2.1 Caratteristiche generali

I dati analizzati sono in genere riferiti a profondità ridotte (qualche metro fino a un massimo di 10 – 15), in quanto le prove interessano esclusivamente spessori che vengono coinvolti e/o influiscono con le strutture di fondazione delle opere progettate. I dati geotecnici raccolti permettono pertanto di descrivere dal punto di vista litotecnico i materiali geologici superficiali, fino ad un massimo di una decina di metri. Comunemente le fondazioni vengono impostate entro i 3 – 4 m dal piano campagna e sono questi gli spessori generalmente indagati e descritti con maggior dettaglio.

Le seguenti interpretazioni si basano sulle elaborazioni contenute nella documentazione tecnica prodotta per ogni cantiere, limitatamente al primo blocco dei 107 cantieri utilizzati per lo studio geologico 2012. I parametri attribuiti ai terreni sono ripresi direttamente dai risultati presentati dagli autori delle singole relazioni. Peraltro la necessità di schematizzare i dati per renderli leggibili e correlabili, produce la perdita di alcune informazioni o sovrastima di altre che, considerata la ridotta dimensione dell'intorno di analisi (cantiere), possono risultare poco rappresentative della situazione generale.

Nonostante queste approssimazioni, si è ritenuto interessante rappresentare e in qualche caso spazializzare alcune delle informazioni raccolte, al fine di cogliere andamenti o peculiarità nella distribuzione areale dei caratteri litologico tecnici dei substrati.

Tutti i terreni risultano normalmente consolidati, da scarsamente a mediamente addensati, spesso interessati dalla presenza di falda, anche in forma di falda sospesa o contenuta nel suolo, nei primi 3 – 5 m da piano campagna. Come riferisce anche G. Bassi, è possibile la presenza di sottoconsolidazione soprattutto nei terreni di recente deposizione (valle attiva del Po all'interno degli argini).

#### Granulometria

La granulometria è ricavata generalmente dall'interpretazione delle prove CPT o dall'osservazione diretta in sondaggi e trincee. Sia il dato proveniente da osservazione diretta, che quello interpretato, sono soggetti a forti approssimazioni, pertanto le seguenti considerazioni sono da ritenersi indicazioni di massima.

La granulometria dei primi 3 – 5 m è generalmente medio fine; sono ben rappresentati i termini sabbioso limosi e limoso sabbiosi (29% dei cantieri analizzati), e quelli più fini, argilloso limosi e limosi argillosi (24%) o misti (19%), mentre la ghiaia è generalmente assente nei primi metri e può comparire a profondità maggiori di 5 – 7 m.

La figura 4.3 rappresenta la distribuzione geografica dei dati granulometrici puntuali, naturalmente sempre riferiti ai primissimi metri di terreno e, per questo, a volte differenti rispetto a quelli che definiscono la geologia del sottosuolo (0 – 20 m) delle unità del paesaggio geomorfologico (Paragrafo 1.3).

Per una migliore comprensione della distribuzione geografica dei caratteri dei terreni sono dunque stati ripresi proprio i limiti delle unità geologiche del Capitolo 1 della presente relazione.

Terreni prettamente argillosi sono presenti in alcuni cantieri ubicati in valle del Po, ma si rinvencono localmente anche sul Livello Fondamentale della Pianura, nella parte orientale del territorio. Al contrario, granulometrie limoso argillose sono più rappresentate sulle superfici del Livello Fondamentale, anche se in alcuni casi il dato comprende situazioni più propriamente limose, con presenza di livelli più fini.

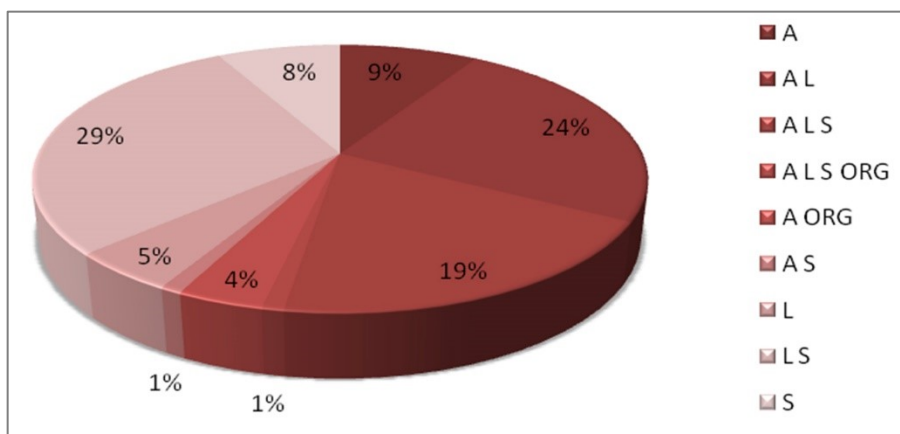


Fig. 4.2  
Grafico della rappresentatività delle diverse classi granulometriche nei primi metri indagati

Da notare la presenza di terreni franchi e franco argillosi (colore marrone in figura; presenza equilibrata di argilla limo e sabbia) a sud est della città, sia nell'unità di margine vallivo, sia sul bordo del terrazzo del Livello Fondamentale.

Interessante è anche la componente organica rinvenuta sia nella zona del solco del Cavo Cerca che nella zona del Canale Navigabile.

I termini più decisamente sabbiosi (punti gialli) sono quasi esclusivamente ubicati sulle superfici del Livello Fondamentale, come pure le sabbie limose e i limi sabbiosi (verde), nonché i limi (azzurro).

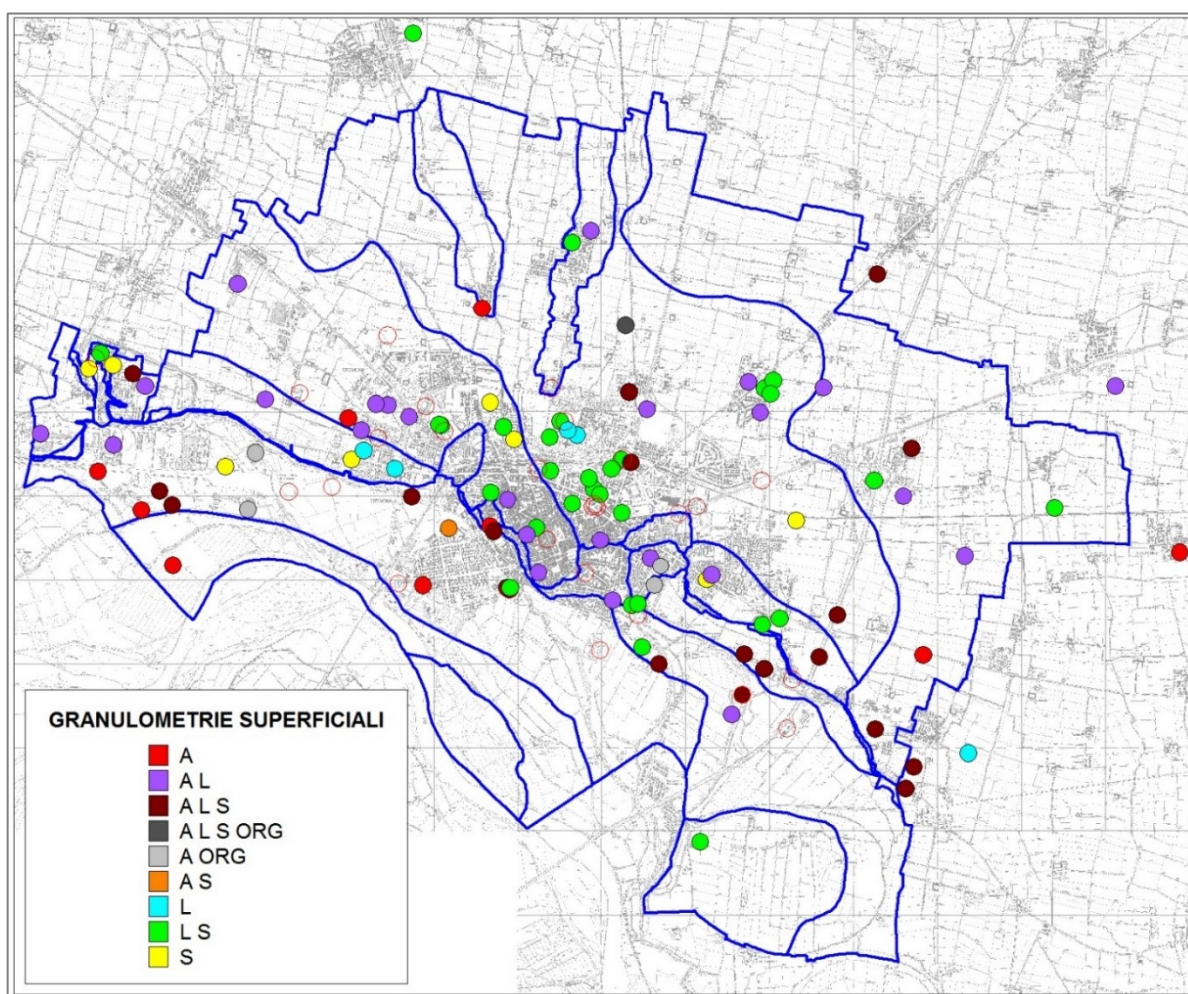


Fig. 4.3 Distribuzione di tipi granulometrici da risultati di prove tecniche (indagini fino 2012) in superficie

Gli autori delle indagini geotecniche hanno distinto, per via dei diversi parametri geotecnici attribuibili ai terreni, situazioni a prevalente comportamento coesivo o incoerente; ovviamente sono molto frequenti le situazioni dove nei primi metri sono presenti entrambi i comportamenti o comportamenti misti e variabili, e la forte variabilità attorno ai tipi sabbioso fini e limosi è di fatto la norma del sottosuolo di Cremona. La figura seguente (4.4), è ottenuta attraverso la parametrizzazione e relativa spazializzazione del dato “comportamento medio e/o prevalente” dei terreni secondo quanto descritto nelle indagini considerate.

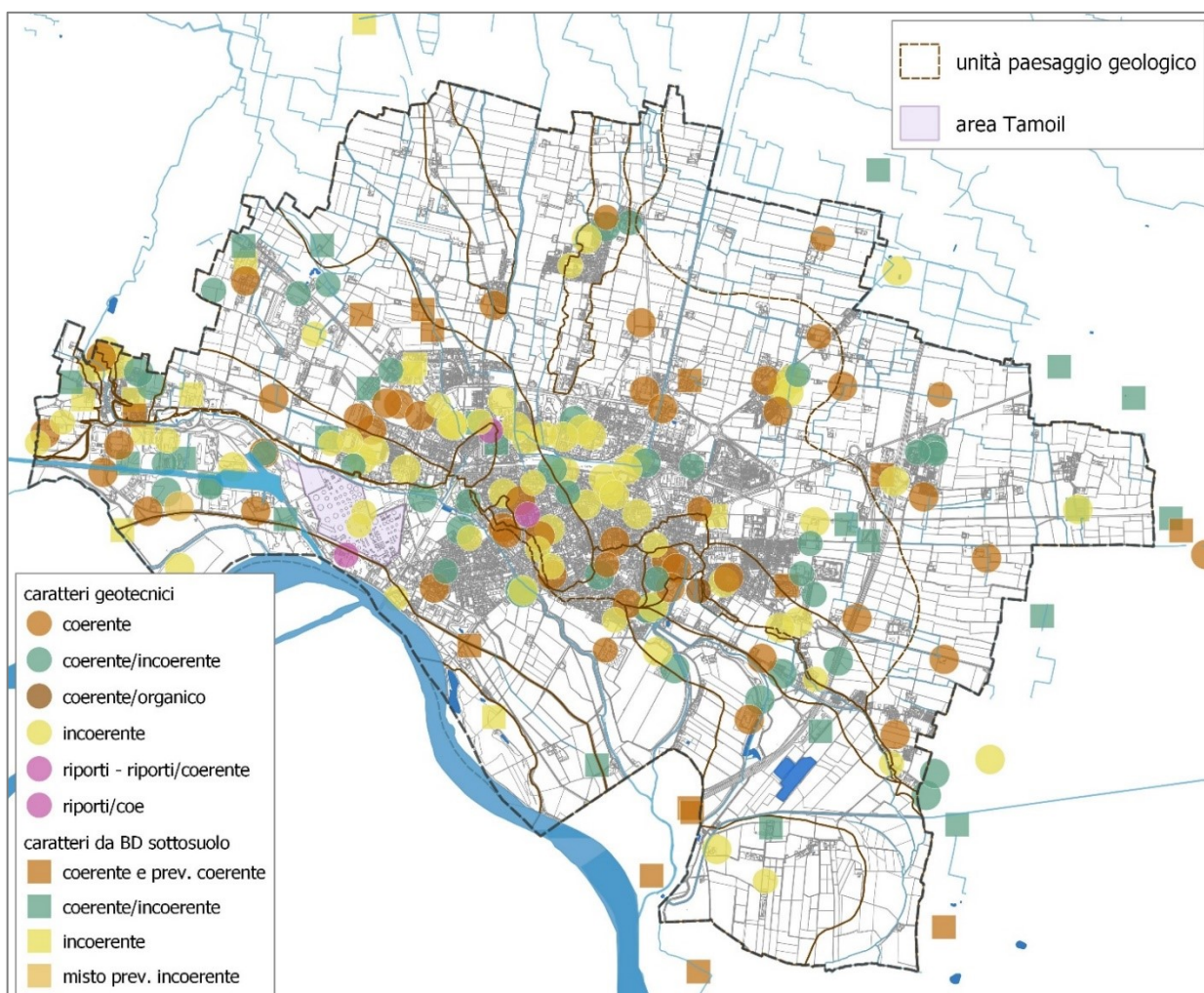


Fig. 4.4 Stima comportamento geotecnico dello strato superficiale <3-5 m

La distribuzione delle stime geologico-tecniche rappresenta bene la grande variabilità delle caratteristiche dei terreni superficiali con una equa ripartizione tra materiali coerenti, misti e incoerenti.

Terreni a comportamento prevalentemente incoerente sono distribuiti sul livello fondamentale in prossimità dell'area cittadina, e in corrispondenza di alcuni centri abitati (Dosso Boschetto, Cava Tigozzi sui terrazzi di Valle Morbasco, S. Savino, Persichello) e zona Incrociatello – Petroltecnica, mentre terreni a prevalente comportamento coesivo sono un po' più presenti nel fondovalle. Da notare la zona a sud est dell'area cittadina (in corrispondenza del solco inferiore del T. Cerca) dove si concentrano terreni a comportamento tendenzialmente misto e coerente, cosa che accade anche per le zone della Pianura a est della città ed anche a ovest di esso.

La stessa parametrizzazione è stata elaborata anche per i dati relativi alla profondità tra 5 e 10 m (fig. 4.5). In

questo caso risulta molto evidente la prevalenza della componente incoerente, anche se restano numerosi i terreni con comportamento misto.

Infine nella figura 4.6 sono rappresentate le granulometrie medie riscontrate, sempre tra 5 e 10 m, nei diversi cantieri, limitatamente tuttavia, ai dati provenienti dall'analisi chiusa al 2012.

Come già ricordato, si tratta del dato sintetico descrittivo riportato nelle singole relazioni e frutto del lavoro interpretativo dei professionisti che le hanno redatte. A differenza dei livelli più superficiali, compare la ghiaia (G), sempre frammista a sabbia, e i termini argillosi sono meno rappresentati, come pure le intercalazioni torbose.

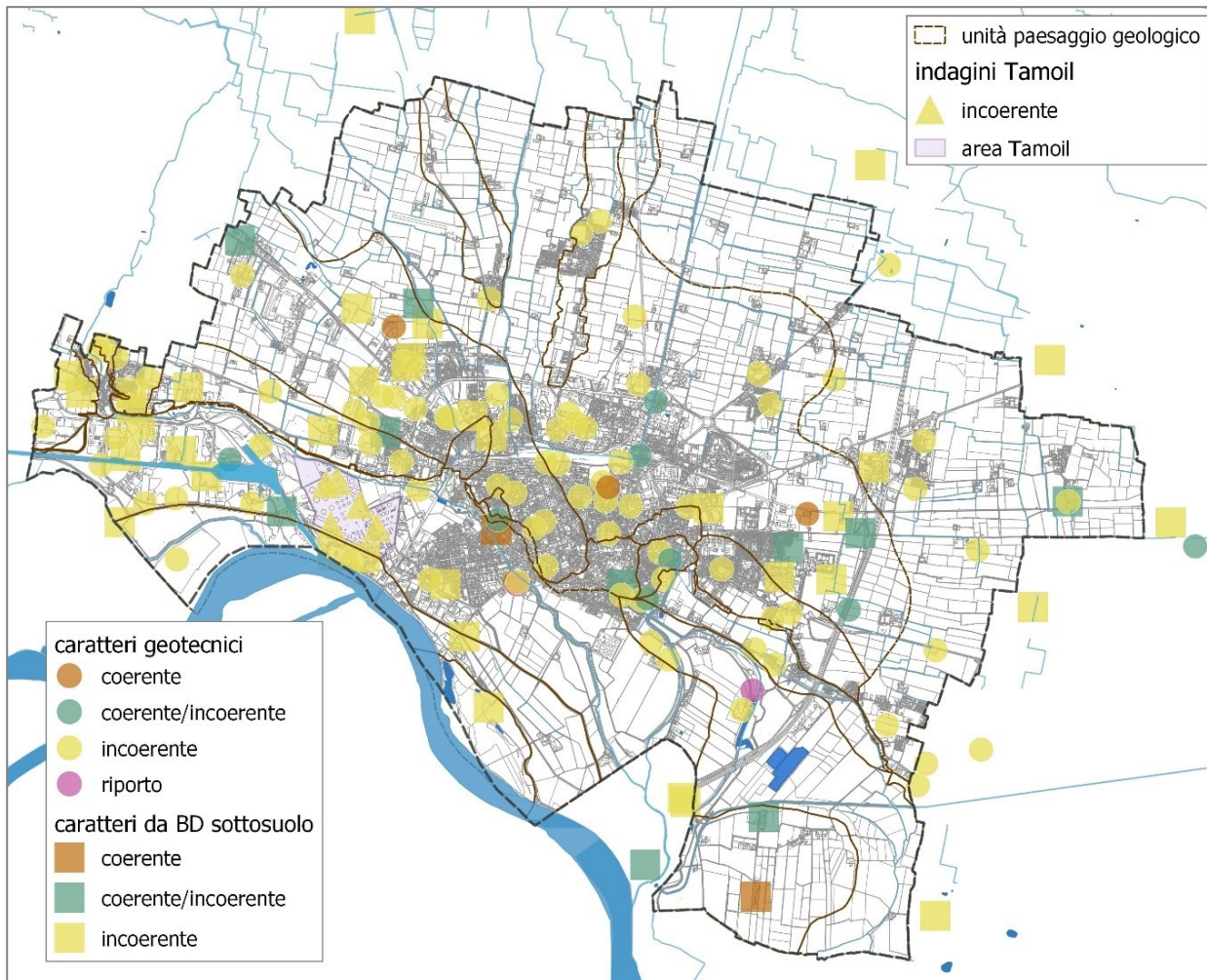


Fig. 4.5 Stima comportamento geotecnico su tutti i cantieri disponibili (strato sottosuperficiale, <10-15 m)

Per quanto riguarda la presenza di acqua, è stato utilizzato il dato "profondità della falda" ripreso dalle singole indagini geotecniche considerate. Quelle considerate singolarmente sono circa 700 e riguardano i cantieri analizzati fino al 2012. Dei circa 100 cantieri più recenti si è utilizzato invece un valore medio delle osservazioni, qualora più di una misura sia disponibile per cantiere. Si tratta, alla fine, di più di 400 dati di falda rilevati in piezometri e scavi per opere e interventi vari.

Ad una unica spazializzazione per interpolazione di tutti i dati disponibili, si è preferita una semplice rappresentazione geografica dei valori, soprattutto per la grande dispersione delle date di rilevazione in campo, sia in termini di anno, oltre 20 anni, sia di stagione.

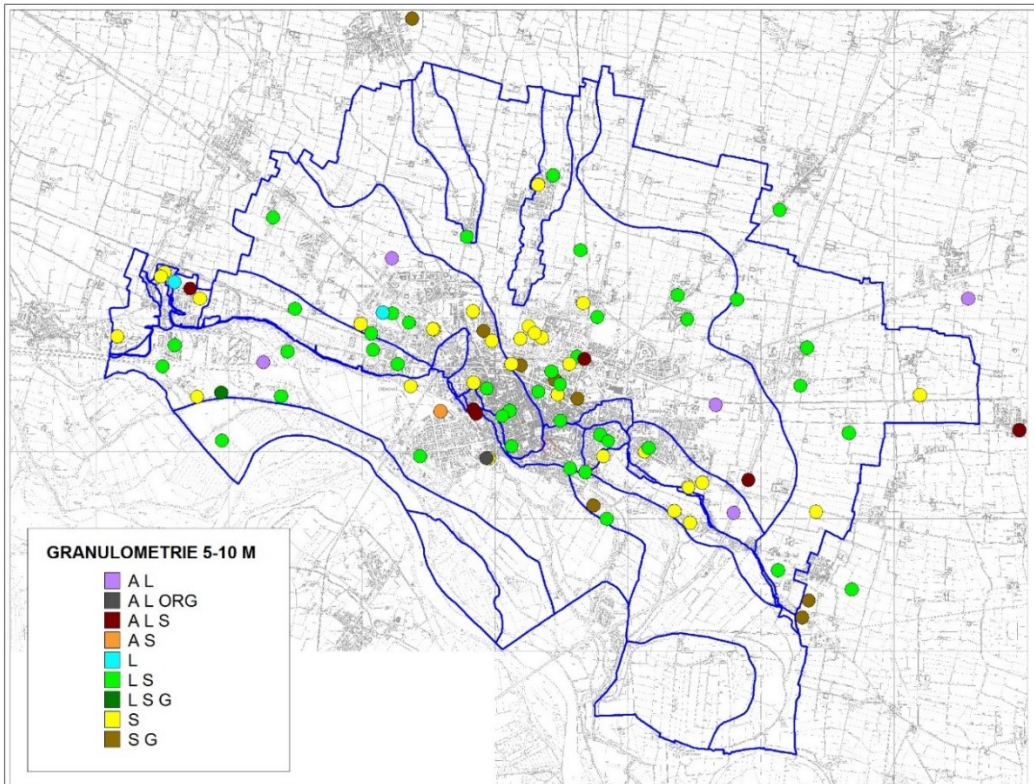


Fig. 4.6 Granulometria stimata nel sottosuolo tra 3-5 e 10 m circa (solo prove fino al 2012)

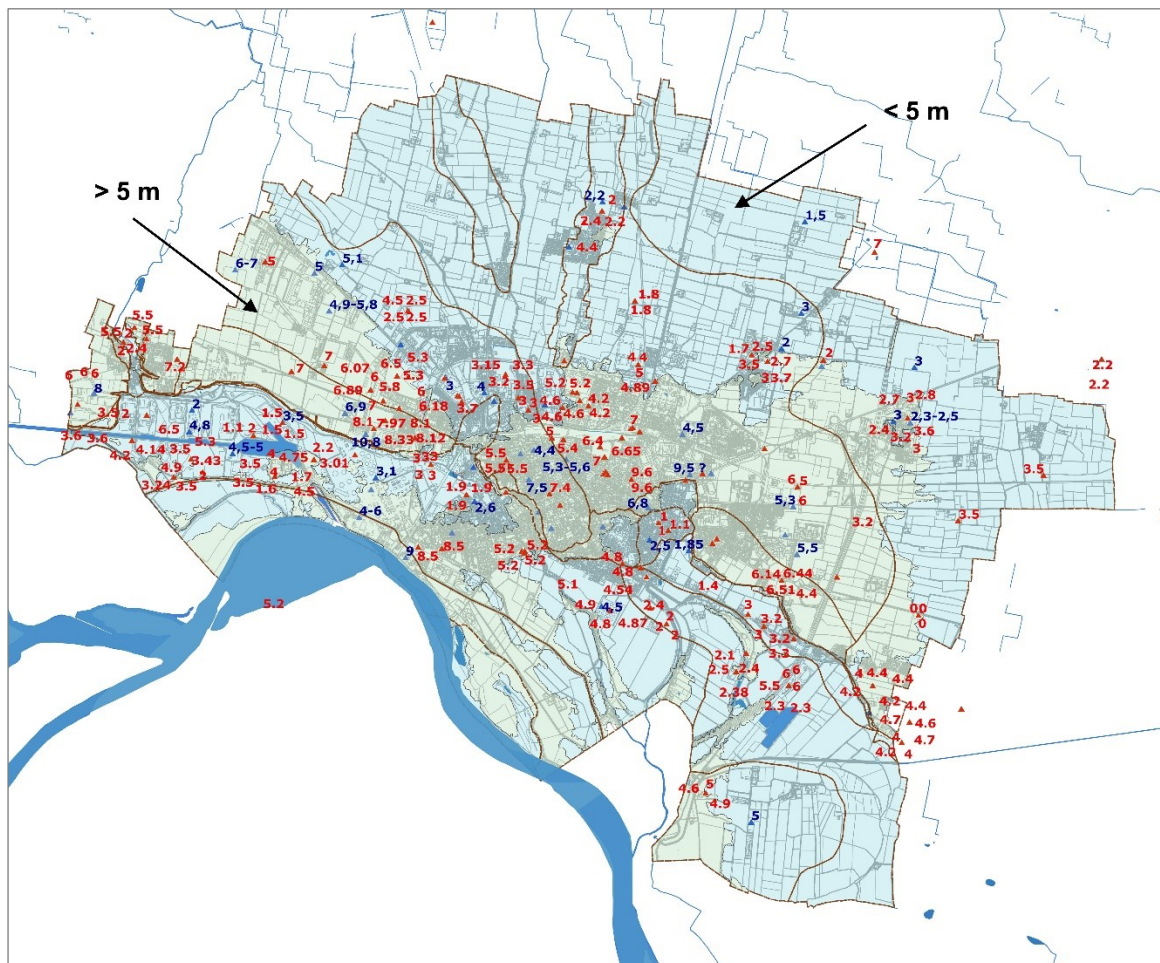


Fig.4.7 Profondità della falda freatica rilevate nelle indagini e nei piezometri di cantiere

Nonostante la carenza di dati in alcune parti del territorio comunale, sono infatti abbastanza ben riconoscibili, anche nei dati di cantiere:

- a) l'approfondimento della falda in prossimità del margine terrazzato della pianura stessa,
- b) la relativamente bassa soggiacenza nella fascia nord ed est del territorio comunale
- c) e la presenza di alcune zone in valle con evidenti problemi di bassa soggiacenza (zona a sud est della città e area del Porto).
- d) La rappresentazione dei valori rilevati, sovrapposta alla mappa della soggiacenza freatica dell'autunno 2011, seppure in classi semplificate (0-5 e >5 m nella figura), permette comunque di rilevare una buona concordanza tra dati di cantiere e dati piezometrici rilevati ad hoc e di confermare alcuni elementi caratteristici della geometria della falda.

Tutti questi dati sono in linea con le analisi idrogeologiche del Cap. 3 e con la soggiacenza rappresentata in Tav. 2. Si deve comunque sottolineare che l'acqua rinvenuta in scavi e prove tecniche come quella che interessa talvolta fondazioni e scantinati, può non corrispondere al livello stabile di falda e risultare a quote decisamente più superficiali di questa. Ciò può essere dovuto alla presenza di terreni a forte ritenzione idrica e/o a piccole falde idriche sospese di importanza locale, come capita, ad esempio, per l'area del Cimitero maggiore della città. In questa situazione, in particolare, in relazione alla progettazione di nuovi spazi interrati e per i disagi che si determinano in quelli già esistenti, è stato realizzato uno studio di dettaglio che ha evidenziato presenza di acqua nel terreno e falde sospese.

#### **4.2.2 Problematiche geotecniche**

Dall'analisi delle relazioni geotecniche reperite emergono alcune problematiche abbastanza comuni che vengono indicate e sintetizzate di seguito.

##### Presenza di acqua interferente con le strutture

È abbastanza comune la presenza di una falda nei primi 3 – 4 m di profondità, con interferenza con eventuali piani interrati o seminterrati. Spesso le nuove realizzazioni evitano l'interferenza con la falda impostando le fondazioni appena al di sotto dello strato del suolo.

##### Terreni compressibili o con caratteri geotecnici scadenti

La presenza di materiale scarsamente addensato e/o di granulometrie a comportamento coesivo rende molto probabili i cedimenti. In genere i professionisti consigliano fondazioni con pali o bonifica dello strato di posa delle fondazioni attraverso la sostituzione di parte del materiale di fondazione con altro con caratteristiche migliori, debitamente compattato.

##### Presenza di sostanza organica (torba)

È stata segnalata la presenza di torba a profondità interferenti con le normali opere di fondazione soprattutto in valle e nelle zone ribassate a ridosso della città. Nei terreni del livello base della pianura alcuni cantieri segnalano la presenza di orizzonti organici a profondità non interessate dalle opere.

##### Alternanze

Molte aree descritte a comportamento "misto", coesivo e incoerente, presentano alternanze di orizzonti di spessore modesto a differente granulometria (da cui la classificazione come "misto"). Anche in questi casi generalmente i professionisti prescrivono un approfondimento del piano di fondazione fino a incontrare un orizzonte di spessore adeguato e con buone caratteristiche geotecniche, o di palificare le fondazioni.

### Fluidificazione sabbie

Si tratta di una situazione riscontrata, in un cantiere AEM, sul fondovalle Po in località S. Rocco (cantiere OP016), a seguito di problemi nella rete fognaria (relazione interna AEM ). Nel dettaglio l'indagine ha verificato che le vibrazioni dovute al transito dei mezzi sulla strada avevano causato la liquefazione delle sabbie sulle quali era appoggiato il condotto fognario, con conseguente cedimento e rottura dello stesso.

Di fatto la carta di Pericolosità Sismica Locale redatta dal Politecnico nel 2009 includeva quasi tutto il territorio comunale (con l'esclusione dei dossi Boschetto e Cavatigozzi, comprensivo delle superfici fino a Picenengo, e della fascia di margine della Pianura Livello Fondamentale della Pianura, in zona Battaglione – Bagnara) nello scenario Z2, per il quale sono possibili cedimenti o liquefazioni durante eventi sismici. Con la revisione 2017 del PSL e gli aggiornamenti attuali questa previsione è stata ridimensionata, tenendo conto delle molte misure sperimentali e delle valutazioni specifiche effettuate in molti cantieri edilizi (vedere Par.5.7.2). Il rischio rimane presente in alcuni paesaggi selezionati, e possibile in diversi altri, con necessità di approfondimento locale e specifico.

### **4.2.3 Sintetica descrizione geotecnica delle unità geologico ambientali**

Di seguito vengono fornite sintetiche descrizioni dei caratteri geologico tecnici dei terreni per unità geologico ambientale. I dati utilizzati sono quella del data base dei cantieri predisposto per la edizione 2012 dello studio geologico comunale.

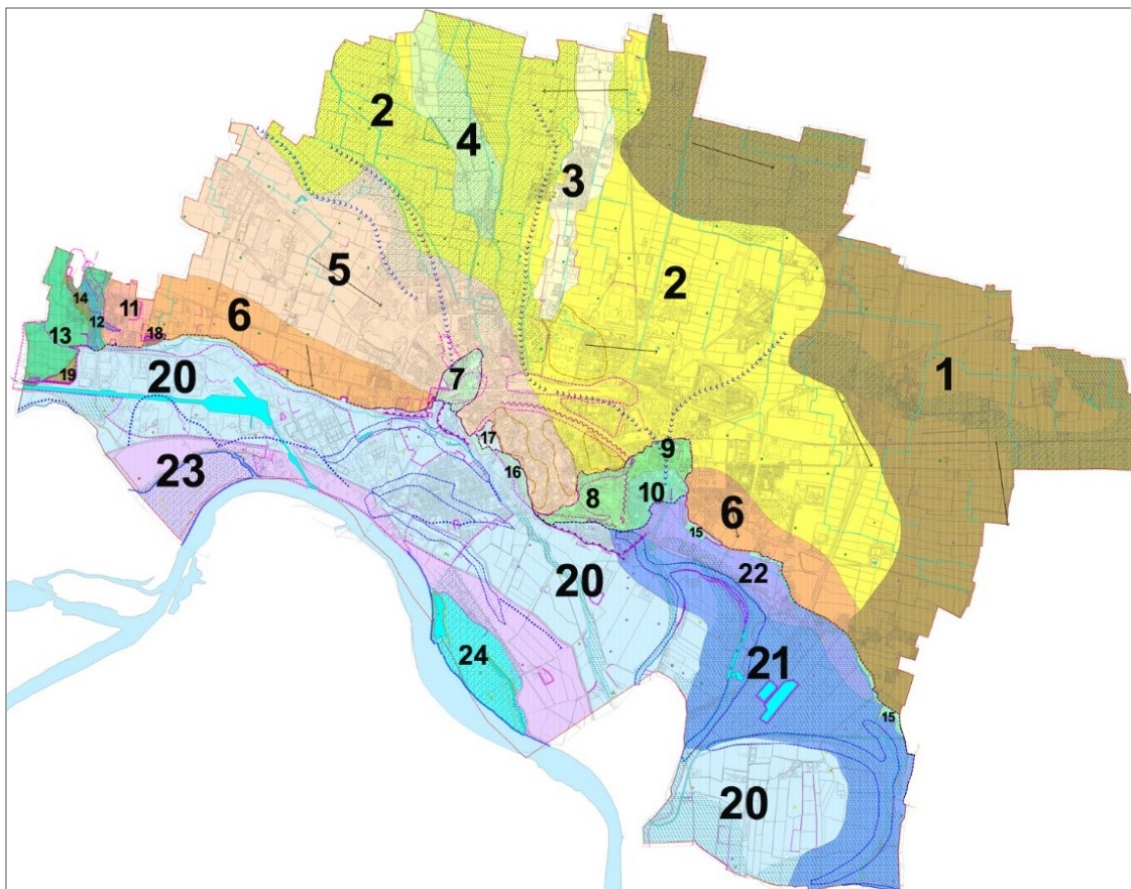


Fig.4.8 Riferimenti alle unità di paesaggio geologico

## 1 Unità limo – argillosa nord – orientale (Tab.4.4)

Riferimenti: 12 pratiche, 1 prova Bassi, e sondaggi per cantiere di unità centrale (OP003).

AMBITO	UNITA	CANTIERE	DATI	PROVE	ESTERNI AL CONFINE COMUNALE	CANTIERE	DATI	PROVE
pianura	Unità limo – argillosa nord – orientale	AM008	SI	3 SONDAGGI		ED027	SI	3 CPT
		ED008	SI	1 SONDAGGIO		ED030	SI	2 CPT
		OP003	SI	2 SONDAGGI		PA018	SI	8 CPT
		OP014	SI	3 CPT		PA019	SI	6 CPT
		PA013	SI	2 CPT		PA021	SI	1 CPT 2 SONDAGGI
		PA016	SI	9 CPT		SG001	SI	4 CPT
		PA017	SI	14 CPT				
		PP 13	SI	1 CPT				

Fino a 4 m circa prevalgono i terreni a comportamento coesivo (limi argillosi e argille limose, limi con argilla e sabbia, argille) e resistenza alla penetrazione Rpm (Resistenza di punta) generalmente compresa tra 10 e 20 kg/cmq. Sono comunque presenti anche terreni sabbiosi a comportamento incoerente (OP014). Al di sotto dei 4 m circa si rinvengono sabbie, sabbie limose e limi con Rpm compreso tra 40 e 90 kg/cmq e angolo di attrito interno  $\phi$  attorno a 30 – 32°.

Questi terreni possono avere superficialmente problemi di ristagno d'acqua, come segnalato anche dalle indagini pedologiche. La falda è sempre abbastanza prossima alla superficie, tra 2.5 m circa nella parte più a nord dell'unità e i 4,5 m circa della zona a sud est. Le soggiacenze idriche interpolate da dati di pozzo possono peraltro arrivare anche a 5 – 7 m di profondità.

## 2 Unità limo – sabbiosa centrale (Tab.4.5)

Riferimenti: 29 pratiche, 4 prove Bassi.

AMBITO	UNITA	CANTIERE	DATI	PROVE	CANTIERE	DATI	PROVE
pianura	Unità limo – sabbiosa centrale	AM014	SI	4 SONDAGGI	OP006	NO	
		AM021	SI	3 SONDAGGI	OP007	SI	7 CPT; 2 SONDAGGI
		AM029	NO	NO	OP008	SI	2 CPT
		ED005	SI	2 SCPT	OP009	SI	3 CPT
		ED009	SI	2 CPT	OP010	SI	2 SCPT
		ED010	SI	4 SCPT	OP011	SI	2 CPT; 3 SCPT; 2 SOND.
		ED018	SI	3 CPT	OP012	SI	7 SCPT, 3 SONDAGGI, 2 SISMICA
		ED021	SI	8 SCPT	OP017	SI	2 CPT; 2 SCPT; 1 SOND.
		ED022	SI	5 SCPT	PA001	SI	12 CPT
		ED023	SI	1 SOND. + PIEZOMETRO	PA001bis	SI	12 CPT
		ED024	SI	2 SCPT	PA001tris	SI	12 CPT
		ED026	SI	4 SCPT	PP 14	SI	1 CPT
		IN003	NO	–	PP 5	SI	1 CPT
		OP002	SI	6 CPT	PP 6	SI	1 CPT
		OP003	SI	2 SONDAGGI	PP 9	SI	1 CPT
		OP004	SI	9 CPT; 2 SOND.	<b>ESTERNI AL COMUNE</b>		
OP005	SI	3 CPT; 4 SCPT; 8 SONDAGGI	PA020	SI	3 CPT, 1SCPT		

Prevalgono terreni a comportamento incoerente, anche se sono presenti zone con caratteri coesivi prevalenti. A tal proposito si citano i cantieri OP004, OP011 e ED005, tutti a nord della città in zona Fiera dove

sono segnalati dai 2 ai 7 m di materiale argilloso.

Si segnalano valori di resistenza alla penetrazione di punta inferiori a 50 kg/cmq (spesso attorno ai 20 kg/cmq), con  $N_{spt} < 20$  (generalmente tra 5 e 12). L'angolo di attrito interno è stimato tra 24 e 33°.

### 3 Unità limo – sabbiosa centrale: Superfici del Dosso Boschetto e zone limitrofe (Tab.4.6)

All'interno dell'unità limoso sabbiosa centrale viene individuata lievemente rialzata e/o convessa, del Dosso Boschetto. Per queste superfici sono disponibili relazioni tecniche relative a 3 procedimenti, per un totale di 10 prove CPT.

AMBITO	UNITA	CANTIERE	DATI	PROVE
pianura	Superfici del Dosso Boschetto e limitrofe	AM012	NO	–
		PA012	SI	1 CPT
		PA015	SI	9 CPT

Le indagini evidenziano comportamenti misti, con locali coperture limose. Le prove effettuate nel cantiere PA015 interpretano il terreno come limoso argilloso (anche se potrebbe essere stata sovrastimata la parte fine); attribuiscono una coesione efficace di circa 11 KPa e un angolo di attrito di 19 – 20°.

### 4 Unità limo – sabbiosa centrale: Superfici Migliaro – Castelverde

Presenta una unica prova (PP 1) effettuata da Bassi per lo Studio geologico del PGT 2009. Viene riconosciuto uno strato superficiale (circa 2.5 m) a comportamento prevalentemente coesivo.

L'unità viene assimilata alla precedente unità limoso sabbiosa centrale.

### 5 Unità centro occidentale sabbiosa con limi (Tab.4.7)

In questa unità ricadono 18 cantieri, 7 dei quali relativi ad indagini ambientali, 6 a pratiche di edilizia privata, 4 Piani Attuativi e un intervento pubblico (OP018, potabilizzatore), oltre a 4 prove effettuate da G. Bassi per lo studio geologico 2009.

AMBITO	UNITA	CANTIERE	DATI	PROVE	CANTIERE	DATI	PROVE
pianura	Unità centro occidentale sabbiosa con limi	AM003	SI	17 SONDAGGI	ED015	SI	3 SCPT
		AM010	SI	2 SONDAGGI	ED025	SI	3 SCPT
		AM011	SI	1 SONDAGGIO CON PIEZOMETRO	OP018	SI	NO
		AM013	SI	2 SONDAGGI	PA003	SI	9 CPT
		AM017	NO	–	PA005	SI	6 DPSH; 1 SONDAGGIO
		AM022	SI	4 SONDAGGI	PA007	SI	3 SONDAGGI
		AM030	NO	–	PA014	SI	3 CPT
		ED001	SI	2 CPT; 1 SONDAGGIO	PP 10	SI	1 CPT
		ED003	SI	2 CPT; 1 SCPT	PP 2	SI	1 CPT
		ED007	SI	3 CPT	PP 4	SI	1 CPT
		ED013	SI	1 CPT	PP 8	SI	1 CPT

I terreni presentano comportamento sia coesivo che incoerente, con prevalenza dei materiali granulari in corrispondenza dell'abitato, ad esclusione delle 4 prove Bassi, tutte all'interno della città, che presentano coperture di circa 3 – 4 m argillose e limose. La falda risulta in genere compresa tra 4 e 7 m di profondità.

La forte variabilità dei caratteri geotecnici rispecchia le dinamiche deposizionali dei materiali alluvionali. Nella gran parte dei casi, tuttavia, al disotto dei 4 – 5 m iniziali si rinvencono materiali sabbiosi a comportamento incoerente e buone caratteristiche geologico tecniche (Rpm attorno a 100,  $\phi > 30$  ecc).

## 6 Superfici prevalentemente sabbiose del margine terrazzato (Tab.4.8)

Sono le superfici più meridionali del livello fondamentale della pianura appena a monte delle superfici di raccordo con il fondovalle del Po.

Sono state visionate le pratiche relative a 8 cantieri, la maggior parte dei quali relativi a procedure di analisi ambientale (6), oltre a 1 prova CPT di G. Bassi e a parte delle indagini effettuate per il raccordo tra il casello autostradale e la SS10.

AMBITO	UNITA	CANTIERE	DATI	PROVE	CANTIERE	DATI	PROVE
pianura	Superfici prevalentemente sabbiose del margine terrazzato	AM028			AM024	SI	9 SONDAGGI CON PIEZOMETRI
		AM007	SI	4 SONDAGGI CON PIEZOMETRI	ED019	SI	1 DPM; 1 MASW
		AM009	SI	10 SONDAGGI	OP002bis	SI	6 CPT
		AM015	SI	12 SONDAGGI CON 4 PIEZOMETRI	PP 12	SI	1 CPT
		AM020	SI	7 SONDAGGI CON PIEZOMETRI			

I terreni si presentano prevalentemente di natura incoerente, e sono costituiti da sabbie, sabbie limose e limi. Non mancano termini più fini (AM028 e ED019 che secondo le stratigrafie e le descrizioni rinvenute presenterebbero coperture argillose).

Gli unici dati di caratterizzazione geotecnica sono quelli forniti da PP 12 oltre a quelli delle indagini di OP002 ricadenti nell'area; questi ultimi presentano però caratteri misti coesivo – incoerenti.

La falda risulta più profonda che nel resto del territorio comunale, per la vicinanza con il margine del terrazzo, come si evince da fig. 4.7. Le zone appena ad est del solco del Cavo Cerca presentano anch'esse soggiacenze di circa 8 m.

## 7 Unità intermedie di raccordo: superfici del solco Baraccona – Rodanino

L'area morfologicamente depressa, alla confluenza di grandi direttrici storiche di trasporto, in piena città, è fortemente trasformata dall'intervento antropico e in buona parte colmata da successive fasi di urbanizzazione. Non si dispone di dati geotecnici puntuali e risulta difficile valutare i caratteri dei materiali geologici originari.

## 8 Unità intermedie di raccordo: superficie del ripiano inferiore di P.ta Mosa (Tab.4.9)

Si tratta dei terreni già indicati da Bassi come terrazzo secondario, storicamente caratterizzato dalla conservazione di ampi spazi non costruiti all'interno delle cortine edificate. L'area viene descritta con poche informazioni puntuali: i dati di PP 7 e le prove effettuate nel cantiere ED014.

AMBITO	UNITA	CANTIERE	DATI	PROVE	CANTIERE	DATI	PROVE
pianura	Ripiano inferiore di P.ta Mosa	ED014	SI	1 CPT; 1 SCPT; 1 SONDAGGIO; 1 MASW	PP 7	SI	1 CPT

Si rinviene materiale argilloso, spesso con forte componente organica e molto plastico in alternanza granulometrie più grossolane (sabbie e sabbie limose). L'acqua si rinviene nel sottosuolo tra - 3 e - 5 m circa; a 3 - 7 m per la carta della soggiacenza della falda freatica. La prova PP 7 presenta resistenze alla punta variabili tra 6 4 40 Kg/cm<sup>2</sup> nei primi 9 m, dovuti alle alternanze tra litotipi molto diversi.

### 9 Unità intermedie di raccordo: superficie superiore del solco Cerca

Non si dispone di indagini puntuali relative a questa area di raccordo tra pianura e fosso del Cavo Cerca. Qui convergevano due direttrici drenanti in leggera depressione morfologica e, dunque, si ritiene che siano significative le trasformazioni antropiche dei terreni naturali.

### 10 Unità intermedie di raccordo: superficie inferiore del solco Cerca (Tab.4.10)

L'area è descritta attraverso due pratiche edilizie.

AMBITO	UNITA	CANTIERE	DATI	PROVE	CANTIERE	DATI	PROVE
pianura	Superficie inferiore del solco Cerca	ED004	SI	2 CPT	ED016	SI	3 CPT

Questa unità è caratterizzata dalla presenza di terreni a comportamento coesivo, con argille e argille organiche (da 3 a 6 m di spessore circa) che ricoprono materiali più sabbiosi.

I valori di Rpm superficiali sono bassi (al massimo fino a 10 kg/cm<sup>2</sup>) e la coesione non drenata si attesta su valori compresi tra 0,3 e 1 kg/cm<sup>2</sup>.

Nel complesso si tratta di terreni a caratteristiche geotecniche scadenti, per i quali vengono prescritti metodi di fondazione profonda attraverso pali. L'acqua nel suolo è molto superficiale (prof. di circa 1 - 2 m da p.c.), mentre i valori di soggiacenza della falda variano maggiormente, tra 1 e 5 m.

### 11 Unità antica del terrazzo di Cavatigozzi (Tab.4.11)

Sono state analizzate le prove di 2 Piani Attuativi e una indagine Bassi (PP 3).

AMBITO	UNITA	CANTIERE	DATI	PROVE
pianura	Unità antica del terrazzo di Cava Tigozzi	PA002	NO	-
		PA010	SI	9 SONDAGGI
		PP 3	SI	1 CPT

I terreni presentano alternanze di spessore metrico di materiale argilloso e di livelli o orizzonti sabbiosi o sabbioso limosi. I valori di resistenza alla penetrazione Rpm sono estremamente variabili; la prova PP 3 riporta valori di 60 kg/cm<sup>2</sup> per i livelli sabbioso limosi e di 15 - 20 kg/cm<sup>2</sup> per le litologie coesive.

### 12 Unità della Valle del Morbasco: superfici del fondovalle torrentizio del Morbasco

Si tratta di aree interessate da esondazione periodica del torrente. Sono in parte descritte da alcune prove del cantiere PA006.

Le prove evidenziano la presenza (forse solo locale) di materiale a comportamento coesivo, con argille e forte componente organica. Non si esclude, anche se non viene evidenziata dalle prove analizzate, la presenza di materiali sabbioso limosi che nella zona rappresentano in genere depositi di fondovalle alluvionabile.

### **13 Unità della Valle del Morbasco: superfici terrazzate interne della Valle del Morbasco**

Sono stati rinvenuti i dati di massima dei sondaggi per i piezometri di controllo dell'Arvedi e una indagine per il PII Cavatigozzi.

Si rinvencono materiali sabbiosi e sabbioso limosi, debolmente argillosi nelle indagini Arvedi. La falda risulta a circa 5 – 6 m di profondità.

La porzione di terrazzo più occidentale risulta fortemente urbanizzata e non sono da escludere rimaneggiamenti dei materiali naturali.

### **14 Unità della Valle del Morbasco: superfici secondarie di raccordo al fondovalle, in gran parte urbanizzate**

Questa unità, per la quale sono presenti solo le indagini del Piano Attuativo "ex Ocrim" (sondaggi superficiali forse relativi a indagini ambientali), risulta quasi totalmente interessata da insediamenti.

I sondaggi analizzati indicano la presenza, a circa 3 m di profondità, di sabbie. La falda si aggira attorno a 3,5 – 4 m di profondità.

### **15 Unità accessorie di margine: raccordi, versanti e scarpate del margine terrazzato**

Si tratta di superfici a pendenza da moderata ad elevata, potenzialmente interessabili da dissesti gravitativi (soprattutto nelle porzioni occidentali, mediamente a pendenza più alta e con maggior dislivello). Non sono stati rinvenuti dati geologico tecnici descrittivi che comunque rivestirebbero una validità limitata al punto di indagine, con scarsa attendibilità delle estrapolazioni dell'informazione.

### **16 – 17 Unità accessorie di margine: altre superfici intermedie al margine terrazzato**

Si tratta di una fascia al margine ovest della città storica e di una seconda area di raccordo che si incunea nel dosso dell'abitato romano.

La prima delle due è caratterizzata attraverso le indagini effettuate presso l'Istituto Suore Adoratrici (ED012).

Le indagini evidenziano la presenza di almeno 4 m di argille, con sottili intercalazioni sabbiose. Livelli a comportamento coesivo sono presenti anche a profondità superiori, ma sembrano subordinati alla presenza di livelli più grossolani.

Per i primi 4 m circa i valori di Rpm sono molto variabili in funzione del grado di compattazione del materiale e sono compresi tra 10 – 20 e 40 – 70 kg/cmq. La coesione non drenata risulta comunque superiore a 0,5 kg/cmq, e mediamente si attesta intorno a 1 – 2 kg/cmq.

Sulla seconda area non si dispone di dati puntuali, ma la si può ritenere caratterizzata da forte variabilità, simile alla precedente situazione., con forti modificazioni antropiche.

### **18 – 19 Unità accessorie di margine:**

- a) lembi distrutti di terrazzo, aree cavate;
- b) terrazzo artificiale area Arvedi

Entrambe questa unità, come illustrato al paragrafo seguente, hanno natura artificiale e, comunque, risultano profondamente trasformate dall'azione antropica, che ha obliterato i caratteri naturali originari. Nel caso dell'ampliamento del terrazzo naturale in zona Arvedi, non sono noti i materiali utilizzati. Si tratta comunque di una forma artificiale e variabile, attualmente (2023) in parte smantellata.

**20 Unità sabbiosa della valle interna con frequenti intercalazioni e/o coperture limo – argillose**  
(Tab.4.12)

Sono state analizzate 20 relazioni di carattere geologico riferite a questa unità. Tra di esse si segnalano 7 pratiche ambientali, 4 edilizie, più parte delle prove effettuate per una quinto intervento, 3 Piani attuativi e 4 relazioni relative a infrastrutture e opere pubbliche (nel dettaglio: Porto interno di Cremona, Cimitero di Gerre Borghi, parte delle indagini per la bretella tra SS 10 e la SS 234, parte delle indagini per la strada di scorrimento a sud della città). È stata considerata inoltre, anche se priva di dati di carattere geologico tecnico, la relazione predisposta da Tamoil per la costruzione di due nuovi pozzi.

AMBITO	UNITA	CANTIERE	DATI	PROVE	CANTIERE	DATI	PROVE
valle Po	Unità sabbiosa della valle interna, con frequenti intercalazioni e/o coperture limo – argillose	AA001	NO		ED012bis	SI	8 CPT; 1 MASW
		AM0025	SI	3 SONDAGGI CON PIEZOMETRI	ED029	SI	2 CPT
		AM005	SI	17 SONDAGGI	ED20	SI	6 SCPT, 2 SONDAGGI
		AM016	SI	4 SONDAGGI CON PIEZOMETRI	IN001		
		AM019	NO		OP001		6 CPT
		AM023	SI	9 SONDAGGI	OP013	SI	3 SONDAGGI, 3 CPT
		AM026	NO	–	PA004		13 CPT
		AM027	SI	3 SONDAGGI CON PIEZOMETRI	PA008	SI	5 CPT 1 MASW
		ED002	SI	3 CPT; 1 SONDAGGIO	PA009	SI	12 CPT
		ED006	SI	6 CPT; 1 MASW			

I livelli più superficiali presentano comportamento misto (alternanze di livelli granulari con orizzonti argillosi) o coesivo; in particolare sembrano prevalenti le argille nei primi 5 – 8 m, mentre a profondità maggiori sabbie e sabbie limose appaiono più rappresentate. Localmente si rinvengono livelli con torba. I dati raccolti mostrano caratteri geotecnici mediocri o scadenti; la resistenza alla penetrazione  $R_{pm}$  nei 5 – 8 m si attesta tra 10 e 40 kg/cm<sup>2</sup>, mentre la coesione è compresa tra 0,3 e 1,5. L'angolo di attrito interno, in presenza di una componente incoerente, è compreso tra 27 e 29°, ma può assumere valori maggiori (31° circa) in presenza di sabbie pulite. La falda si attesta a profondità variabili, da un minimo 1,5 m o meno a 7 – 8 m circa; la sua escursione è direttamente influenzata dal livello idrico del Po.

La parte occidentale dell'ambito vallivo attribuito a questo paesaggio geologico presenta comunque una prevalenza marcata di sedimenti sabbiosi, seppure sempre misti a limo, intercalati con livelli diversi e sovrapposti a materiali fini e/o organici in profondità. Documentazione in merito è ricavabile dalle conoscenze sull'area Tamoil.

Il sottosuolo dell'area Tamoil, come si chiarisce anche al successivo paragrafo 4.4, è sottoposto da tempo a intensi controlli ambientali e dispone di una considerevole quantità di log stratigrafici da indagini dirette e sondaggi (vedi fig. 4.37 e 4.40). Dai documenti redatti per l'analisi di rischio condotta sull'area tra 2009-2010 e successivi, si può ricavare la seguente sintetica descrizione dell'assetto idrogeologico del sottosuolo nell'area della raffineria (URS Italia, "Caratterizzazione del Sottosuolo e Analisi di Rischio"). La descrizione, unita alla figura seguente, da identica fonte, fornisce comunque chiare indicazioni sulle caratteristiche geologico-granulometriche dei sedimenti.

“ ... (omissis)...le indagini hanno consentito di definire l’assetto idrogeologico del sottosuolo, individuando:

- un acquifero superficiale, esteso da piano campagna fino a circa 17 - 20 m di profondità, costituito principalmente da sabbia medio-fine, limi sabbiosi e sabbia grossolana;
- un orizzonte “aquitardo”, da circa 17 a circa 22 metri di profondità dal piano campagna, costituito da limi e argille; le indagini geotecniche di laboratorio hanno definito un valore di permeabilità estremamente basso e concorde alla litologia argillosa individuata. I risultati ottenuti sono dunque ascrivibili, come convenzionalmente indicato in letteratura tecnica, a terreni impermeabili.
- e un acquifero intermedio, a carattere sabbioso / sabbioso-limoso entro cui si intercalano livelli poco permeabili limoso sabbiosi di potenza costante da Est verso Ovest e in assottigliamento da Nord (decine di metri) verso Sud (massimo 5 m).”

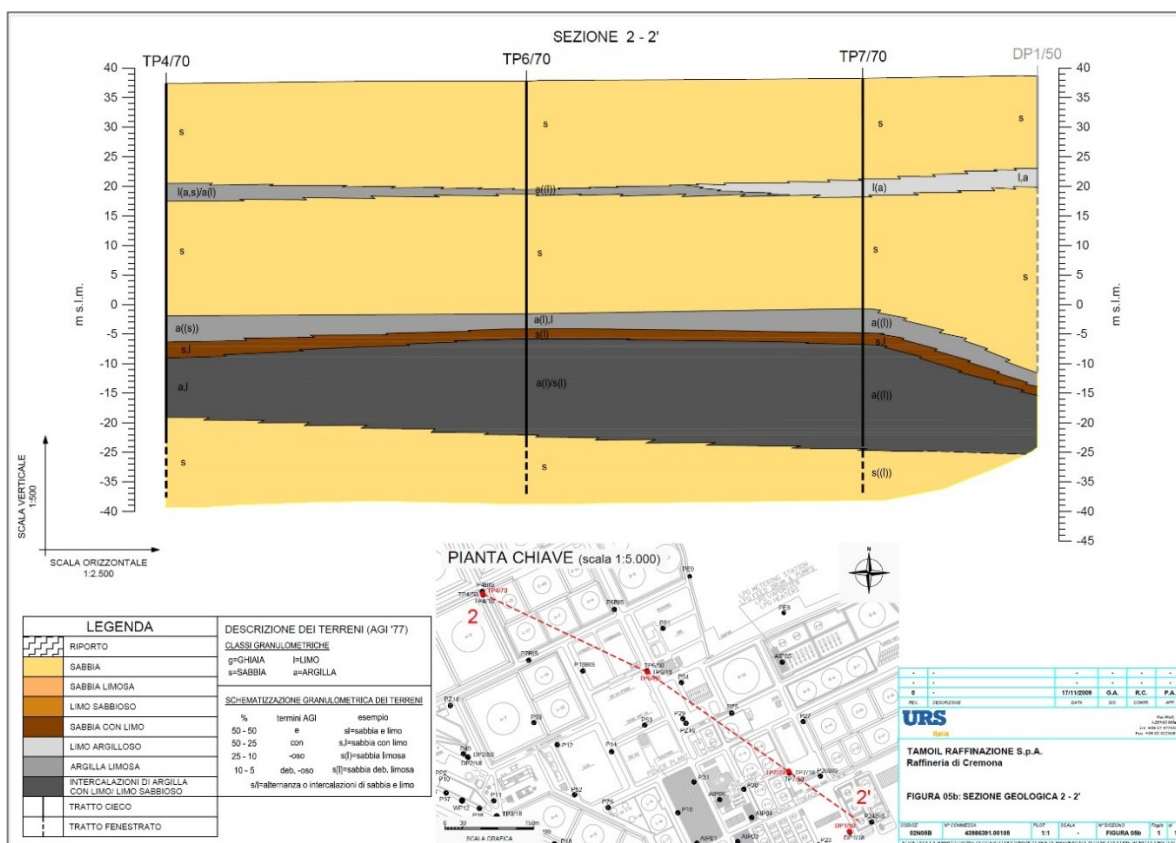


Fig.4.9 Sezione geologica 2-2' per lo studio di caratterizzazione 2009 URS Italia

## 21 Unità sabbioso limosa dei paleomeandri (Tab.4.13)

Descritta attraverso l’analisi di 7 pratiche di carattere geologico (4 ambientali, 1 pratica edilizia, 1 opera pubblica e 1 infrastruttura, nel dettaglio rispettivamente l’inceneritore di S. Rocco e parte delle prove per il cantiere della strada di scorrimento a sud della città).

AMBITO	UNITA	CANTIERE	DATI	PROVE	CANTIERE	DATI	PROVE
valle Po	Unità sabbioso limosa dei paleomeandri	AM001	SI	3 CPT; 2 TRINCEE	ED011	SI	5 SCPT; 1 SONDAGGIO
		AM002	SI	7 SONDAGGI	IN002	NO	—
		AM004	SI	13 SONDAGGI CON PIEZOMETRO	OP015	SI	3 SONDAGGI, 2 CPT
		AM018	NO	—			

Terreni a comportamento variabile, per la presenza di strati, livelli o lenti a granulometria diversa. Nei primi

2 – 4 m di profondità sembrerebbero però più rappresentati i terreni a comportamento coesivo e/o i sedimenti di natura organica. I caratteri geologico tecnici sembrerebbero molto simili a quelli descritti per l'unità precedente.

**22 Unità sabbioso limosa dei paleomeandri: superfici umide del margine interno S. Rocco – Bagnara (Tab.4.14)**

Caratterizzata dalla disponibilità di 5 relazioni di natura geologica, delle quali 1 indagine ambientale, 2 pratiche edilizie (una al limite con la zona precedentemente descritta della quale le superfici del margine S. Rocco – Bagnara sono una ulteriore suddivisione), la relazione geologica per il consolidamento delle opere fognarie lungo la strada per S. Rocco e una prova Bassi (PP 11)

AMBITO	UNITA	CANTIERE	DATI	PROVE	CANTIERE	DATI	PROVE
valle Po	Superfici umide del margine interno S. Rocco – Bagnara	AM031	NO		OP016	NO	
		ED011bis	SI	5 SCPT; 1 SONDAGGIO	PP 11	SI	1 CPT
		ED017	SI	3 CPT; 2 SCPT			

Rispetto all'unità dei paleomeandri, queste superfici sono maggiormente caratterizzate dalla presenza in superficie di depositi a carattere coesivo e torbe (da 3 a 7 m nelle indagini analizzate), al disotto dei quali sono presenti limi, sabbie e sabbie limose, spesso in alternanza con livelli più fini. Ancora più in profondità (a circa 8 – 10 m) possono essere presenti sabbie con ghiaia. I valori di Rpm sono molto bassi (generalmente 4 – 7 kg/cmq nei livelli coesivi superficiali, raramente >10 kg/cmq) e la coesione viene stimata compresa tra 0,2 e 0,5 kg/cmq. I livelli limosi e sabbioso limosi presenti a partire da 3 – 4 m di profondità, possono avere angolo di attrito interno di circa 28 – 30°. La falda è generalmente poco profonda (1 – 3 m circa).

Viene segnalato, in corrispondenza della via S. Rocco un problema di liquefazione delle sabbie (qui sature) a seguito del transito di mezzi pesanti.

**23 – 24 Unità sabbiosa della golena aperta attuale: superficie non coltivata, di attività fluviale recente (anni '60)**

Sono aree simili alle precedenti, affrancate dal fiume a partire dagli anni 60, interessate dalla presenza di terreni presumibilmente a comportamento granulare e non consolidati. Come per l'unità precedente la profondità della falda è direttamente condizionata dal livello idrico del fiume Po.

**4.3 Evidenze di alterazione e degrado dei terreni**

In questa sezione del lavoro di analisi geo – ambientale si riferisce riguardo alle caratteristiche e alla diffusione di alcune delle principali situazioni di alterazione e degrado dei terreni, intendendo questi ultimi come i materiali suolo e sottosuolo, estesi fino alle profondità ordinariamente intaccate negli ambienti urbani.

Alla luce delle premesse al presente capitolo, verranno descritte solo alcune delle categorie di fenomeni-situazioni esplorate nella precedente edizione dello studio geologico; e precisamente: cave e discariche, siti con procedimenti di bonifica, grandi aree di alterazione/trasformazione, attività a Rischio di Incidente Rilevante. Si ricorda, per esempio, che gli elementi morfologici di chiara genesi antropica sono già indicati, distinti rispetto a quelli di genesi naturale, nella carta geologica e geomorfologica (Tav.1). In ogni caso, riguardo alla definizione delle situazioni di degrado, è bene precisare i limiti di ogni rilevazione. Questa, infatti,

anche effettuata su più soglie storiche, non esprime, e non può esprimere, giudizi specifici e affidabili su natura e gravità delle singole situazioni cartografate. Attualmente, eventuali situazioni di reale degrado, con alterazione del suolo e, magari, fenomeni di inquinamento, devono essere segnalate all'autorità pubblica competente e sottoposte ad un complesso iter tecnico – amministrativo di verifica, per definirne qualità gravità e necessità eventuale di intervento.

#### 4.3.1 Le modifiche antropiche più rilevanti

In questa categoria sono considerate solo quelle situazioni che hanno comportato una alterazione del terreno per scavo e/o accumulo, cioè, in termini geologici, il verificarsi di fenomeni degradativi e aggradativi artificiali, che si materializzano, nella quasi totalità dei casi, in modifiche morfologiche rilevanti. Sono naturalmente escluse le modifiche dovute a opere che utilizzano prevalentemente materiali artificiali (edifici e strutture). Si trascurano dunque di evidenziare il degrado connesso con l'edificazione (fondazioni, piani interrati, ecc.) che riguarderebbe tutto il costruito senza poter distinguere eventuali per qualità e dimensione. Lo stesso deve dirsi per le modifiche dovute ad accumuli di materiale e modificazione della morfologia naturale per costruzione di grandi opere, anche in terra.

Vengono quindi eliminate le precedenti segnalazioni cartografiche delle grandi infrastrutture, con sottopassi e terrapieni; le infrastrutture storiche, dovute alla sedimentazione degli interventi; le infrastrutture idrauliche, come il porto canale, e tutti i rilevati degli argini fluviali e torrentizi.

Tra le trasformazioni con più profonda modifica/alterazione del terreno si sono individuate dunque solo alcune ampie categorie (elenco alla pagina successiva).

Nella categoria delle grandi modifiche, si è proposta solo un'ipotesi di individuazione delle aree urbane e periferiche sottoposte, complessivamente, alle maggiori trasformazioni del substrato, comprese le aree sottratte recentemente all'alveo fluviale.

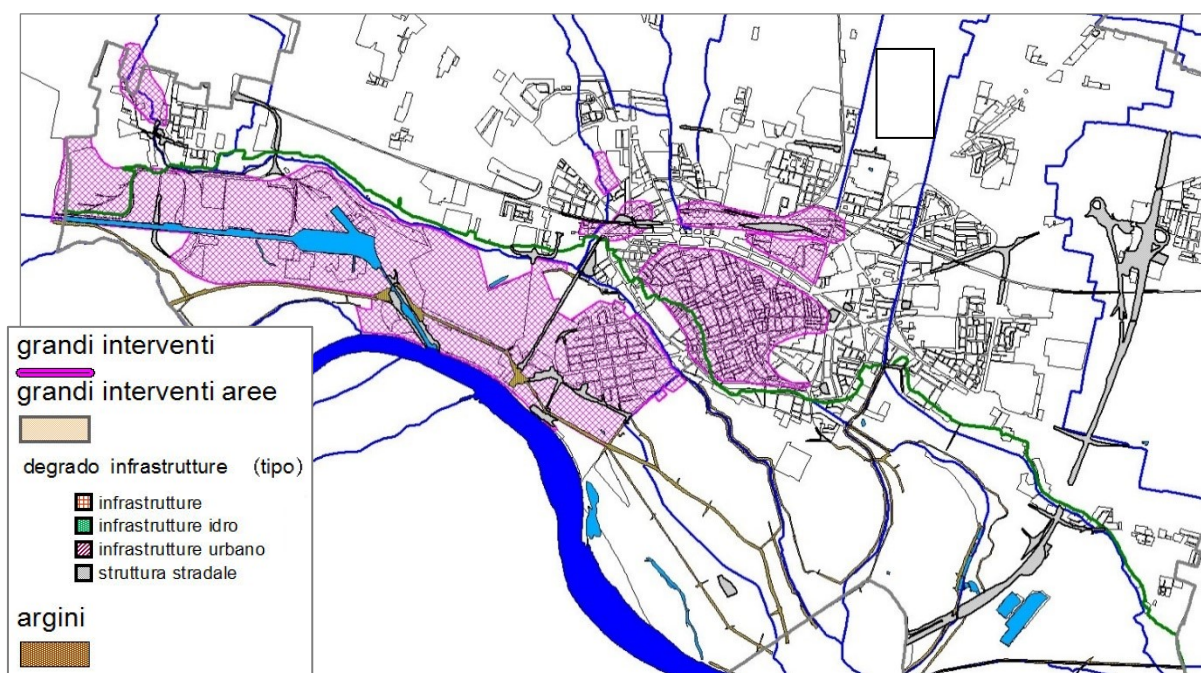


Fig. 4.10 Grandi interventi e grandi modifiche morfologiche infrastrutturali (aree trasformate del centro e delle zone industriali, terrapieni di argini e infrastrutture stradali, ecc.)

- a) le aree industriali e artigianali dell'ambito produttivo del porto fluviale e dell'area a sud di Cava Tigozzi, sede di notevoli trasformazioni per adattarla alle esigenze di impianti di grandi dimensioni e alla disponibilità di spazi per accumulo e lavorazione di materiali (dagli anni '60);
- b) la grande area Tamoil (dagli anni '50), caratterizzata da un gran numero di grandi serbatoi, argini, vasche;
- c) il quartiere Po ( da ipotesi degli anni '40 alle realizzazioni degli anni '50 ed oltre) che rappresenta indubbiamente la maggiore manomissione geologico – morfologica delle aree di valle, a causa dell'ingente opera di colmamento delle parti depresse degli antichi paleoalvei e sopraelevazione di 1 – 3 m delle strade e delle aree di raccordo tra gli edifici. Il quartiere, sommato alle strutture rilevate di collegamento all'argine maestro, testimonia la convinzione, inesatta, che tutta la valle retrostante i nuovi argini, sia insediabile senza pericoli e senza danni;
- d) il centro storico, quasi tutto sottoposto a parziali livellamenti e ad un processo prevalentemente aggradativo per spessori che sono stati valutati variabili da 1 – 2 a 10 m circa (M. Maderna 2000), e ad esso connessi i resti delle mura storiche con tracce morfologiche residuali della cerchia e del fossato del centro cittadino.
- e) aree diverse che circondano la città storica sul lato nord e corrispondono soprattutto ad azioni di livellamento/riempimento localizzabili nella zona ferroviaria e nello spazio via Dante – ferrovia, nel nodo tra via Ghinaglia e via Castelleone, e più a nord, nell'area delle vecchie fornaci lungo il Cavo Rodano;
- f) la fascia fluviale di almeno 40 – 50 ettari sottratta all'alveo attivo del Po negli anni '50 con operazioni di colmamento e bonifica idraulica destinata a formare nuove aree di terraferma (poi "aree canottieri"). (si veda descrizione all'ultimo paragrafo del presente capitolo)

Un significato simile, indicativo di forti processi/fenomeni di trasformazione morfologica, è stato attribuito anche ai fronti attuali della espansione urbana, con processi di avanzamento e aggradazione su superfici più basse, localizzati prevalentemente allo sbocco delle depressioni del Baraccona e Cerca nella Valle e sul margine sud – ovest dell'area del centro città.

#### **4.3.2 Altre superfici alterate o degradate**

Una seconda serie di situazioni di alterazione forte dei terreni, con connessa modifica sostanziale degli assetti morfologici, è rappresentata dall'insieme delle aree di ex cava e discarica.

Di queste, vengono nel seguito riportate le informazioni sostanzialmente raccolte nella precedente edizione dello studio geologico, con poche informazioni di aggiornamento. Il motivo è quello indicato in premessa: a parte le poche vecchie discariche, per il resto si tratta di siti di stoccaggio/discarica in aree produttive, che subiscono rapidi processi di trasformazione e che dovrebbero essere controllati dalle procedure pubbliche di autorizzazione e monitoraggio. Non si tratta strettamente di processi o fenomeni geologici.

Sul territorio di Cremona non sono localizzati ambiti estrattivi in atto, previsti da Piano Cave vigente, ma sono presenti aree di antica estrazione e aree di lavorazione e commercializzazione degli inerti, di fatto anch'esse cessate.

L'area principale dedicata a questa attività si trova nella zona sud – ovest del territorio, lungo il Po, tra il Colatore Riglio e l'ingresso al Canale portuale.

L'area occupa le superfici sottratte negli anni '50 al fiume e in particolare quelle indicate come ancora non riempite nella tavoletta IGM del 1967 (Fig. 4.13), rappresentative delle porzioni di alveo in via di bonifica idraulica.

Le aree corrispondenti all'alveo, divise in più comparti (stanze) da argini e pennelli trasversali, sono poi state evidentemente colmate con materiali di cui non è nota la natura e, successivamente, riutilizzate per insediarvi le attività di lavorazione inerti, attive, risulta, fino ad una ventina di anni fa

Le aree già utilizzate per queste attività, ed anche per il carico su imbarcazioni per il trasporto fluviale, sono ampie circa 8 ettari, comprese le pertinenze e gli accessi, e sono caratterizzate anche da terrapieni e cumuli di materiale. Attualmente ne rimane parzialmente in funzione una sola limitata porzione di circa 3 ettari.



Fig. 4.11 Area delle ex cave presso l'ingresso del Porto Canale (6/2021)

Una parte del comparto, circa 3 ettari, è utilizzata per attività di motocross, evidentemente con significativi movimenti terra e modifiche morfologiche destinate al disegno delle piste.

Nella zona ovest del territorio comunale, attorno al corso del Morbasco, sono individuabili anche le tracce di attività di cava cessate da tempo; una d'esse, abbastanza ben riconoscibile, ha intaccato il bordo del terrazzo della pianura, a fianco del torrente, subito ad est di Cava Tigozzi.



Fig. 4. 12

L'attività di scavo appare già completata nella tavoletta IGM ed. 1967, mentre oggi l'area è completamente rinverdita

L'area di cava di maggiori dimensioni si trova, invece, a sud est dell'inceneritore, a fianco dell'autostrada A21, per la costruzione della quale le cave furono aperte. La superficie occupata è pari a circa 13,3 ettari, mentre quella con acqua di 10,3 ha. Attualmente le aree sono sistemate e destinate alla pesca sportiva. Nell'area, tra la ex discarica di S. Rocco e la A21, si è ipotizzata in passato anche la possibile apertura di una nuova, molto vasta, cava di prestito, destinata a fornire inerti per il previsto collegamento Cremona – Mantova (Revisione Piano Cave 2003). Attualmente il progetto per tale collegamento, che si inserirebbe nella A21 poco a nord dell'attuale casello di Cremona, e per le opere connesse, è ancora in una fase di incertezza.

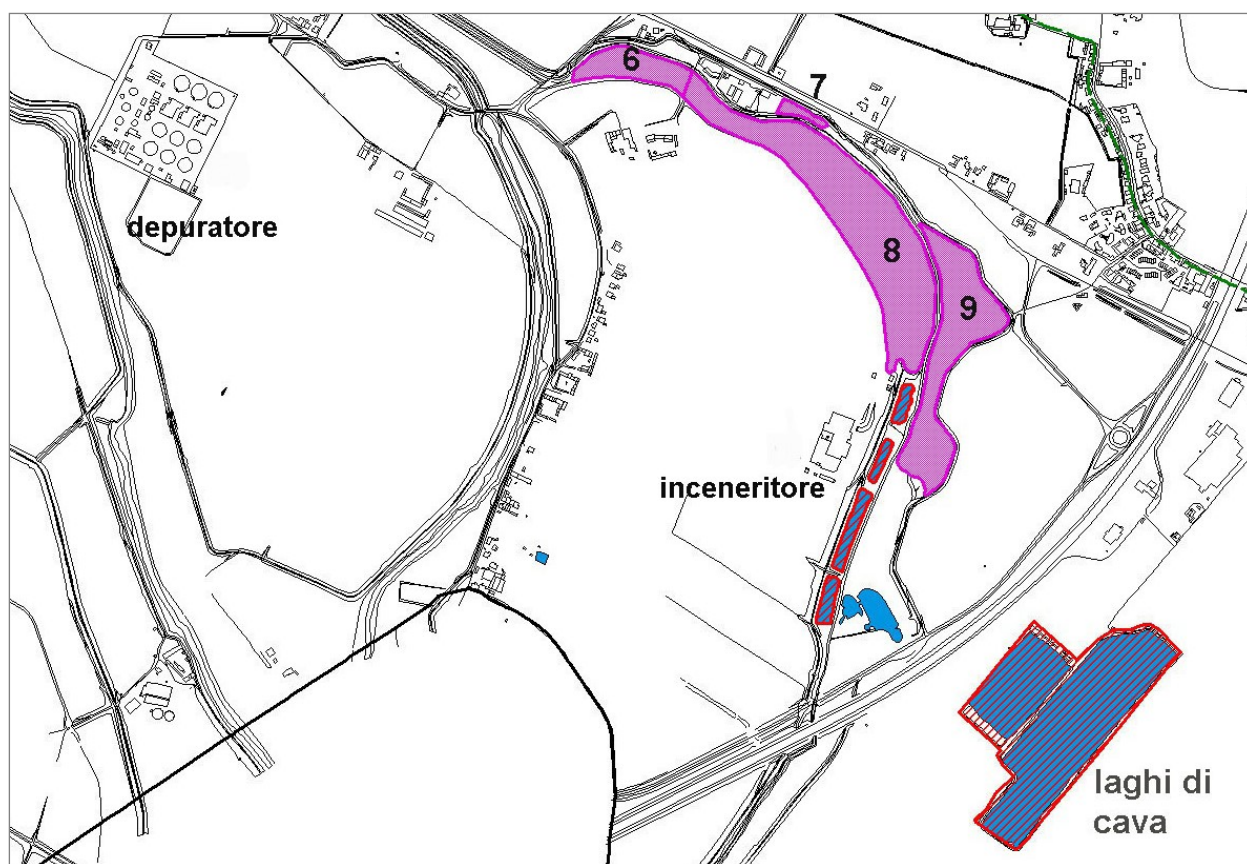


Fig. 4.13 Aree “degragate” e siti trattamento “rifiuti” del settore vallivo sud – orientale

Nell'area subito a valle della ex discarica di S. Rocco, in corrispondenza del paleomeandro omonimo, oggi sede del Colatore Morta, tra la discarica e il Bodrio (o “Bodri”) Vacchelli, che dal colatore è alimentato, sono presenti quattro aree idriche allineate e di forma geometrica, sottoposte a parziale interrimento e chiusura per evoluzione naturale, come anche ad interventi di sistemazione ambientale, unitamente allo stesso Bodrio Vacchelli. S'intende che gli specchi d'acqua, inseriti tra le aree umide come “palude – stagno” dal PTCP, sono descritte qui tra le aree degradate nel senso indicato in precedenza, in quanto chiaramente prodotte dall'azione antropica, anche se è evidente il contributo all'incremento della naturalità e biodiversità dei luoghi.

Nella tabella seguente sono sintetizzati i dati relativi alle aree classificate come scavi e cave, quasi per intero riferibili ad attività già cessate e recuperate o in recupero: complessivamente le superfici superano i 26 ettari, dei quali la metà sono rappresentati dalla cava in falda a fianco dell'autostrada. L'altra area significativa è quella tra foce Riglio e Canale Navigabile, per circa 8 ettari complessivi, utilizzati ancora solo per un terzo.

Tab. 4.15

TIPO	SCAVO	ATTIVITA	FORTE	AREA M2	NOTE
bordo terrazzo	si	storica	IGM	26538	area rinverdita
terrazzo	no	inattiva	DT	7732	lavorazioni
bordo fiume	no	attiva	DT	32531	area lavorazioni e carico – scarico
valle	si	cava cessata Ptcp	varie	133693	pesca sportiva
bordo fiume	si	in recupero	DT	46788	in recupero
valle	si	recuperate	DT	2667	stagno
valle	si	recuperate	DT	2112	stagno
valle	si	recuperate	DT	5472	stagno
valle	si	recuperato	DT	3629	stagno
				<b>261162</b>	

Passando alla categoria delle “discariche”, si consideri, prima di tutto, la già citata discarica, o ex discarica, di S. Rocco, monitorata da AEM spa, oggi sede di una piattaforma pubblica di smaltimento differenziato dei rifiuti, gestita attualmente da A2A.

Riguardo alla storia del sito, la sua nascita, la sua evoluzione e alla ricostruzione dei caratteri quali – quantitativi dei materiali giacenti, si deve evidenziare una sorprendente carenza di informazioni disponibili in rete, predisposte ed esaurienti. Il sito web di AEM, precedente gestore dell’area, non cita il tema della gestione dei diversi siti di discarica/ex discarica di cui la società di servizi si occupa e non sono pubblicati i resoconti delle campagne di monitoraggio ambientale.

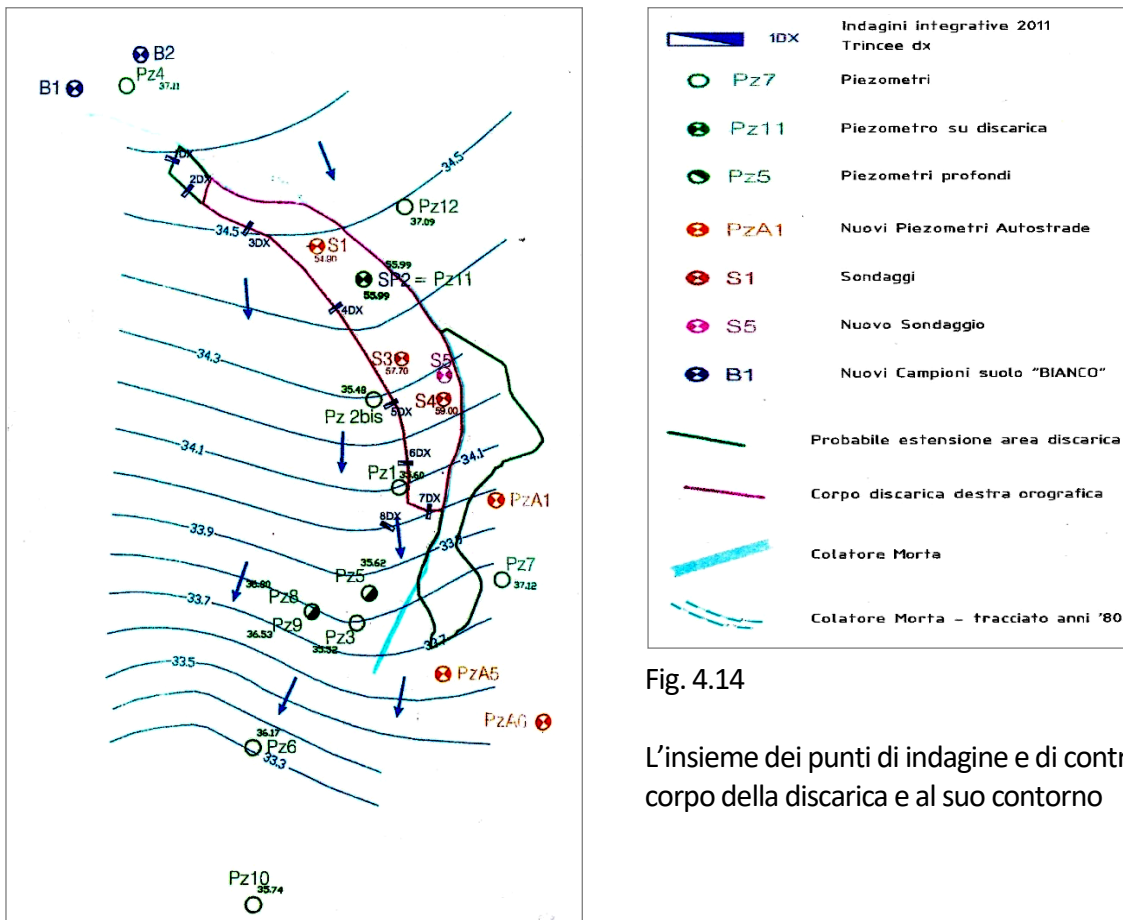


Fig. 4.14

L’insieme dei punti di indagine e di controllo sul corpo della discarica e al suo contorno

I dati riportati provengono in parte da informazioni dirette fornite dai tecnici del Settore Bonifiche della Provincia di Cremona, mentre AEM ha comunque fornito i dati aggiornati delle misure effettuate nei piezometri di controllo, fino al 2018-2022.

Si può ricordare che questa discarica, inizialmente (anni '60) di Rifiuti Solidi Urbani e assimilabili, ha occupato preesistenti zone umide importanti. Dal 1987 è stata utilizzata come discarica di inerti. Ha cessato l'attività dal 1995 e si è proceduto al recupero ambientale anche riutilizzando gli inerti per modellamento e rinverdimento di tutte le superfici. Contestualmente, si sono predisposte le piattaforme per l'attuale attività di raccolta controllata.

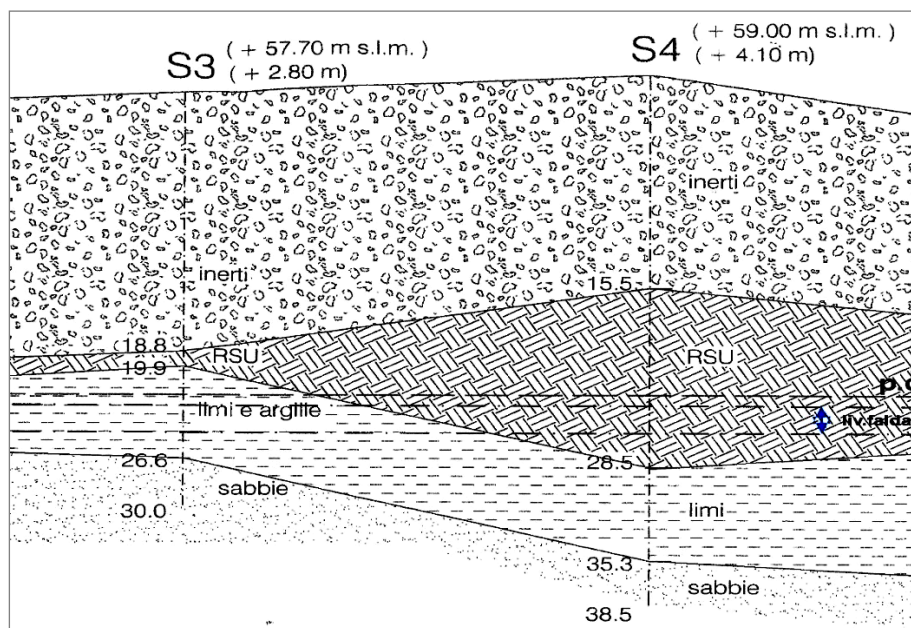


Fig. 4.15

Sezione litostratigrafica sul corpo discarica (G.A. 2007)

La figura precedente 4.15 rappresenta l'ubicazione dei punti di controllo e indagine realizzati sulla discarica e al suo contorno, come riportati nell'indagine G.A. per AEM (2007), destinata alla redazione del "Piano di caratterizzazione" ambientale del sito. Dalle stratigrafie dei sondaggi eseguiti da S. In. Ge.A a fine 2006 si possono trarre informazioni sulla stratigrafia della discarica. Nella figura 4.16, tratta dallo studio G.A. citato, si riporta uno stralcio della "Sezione litostratigrafica tipo".

La sezione indica che al centro della discarica (spessori massimi ?) sono presenti più di 15 m di inerti sovrapposti a quasi 13 di RSU, poggianti su 6 – 7 m di limi e su sabbie sottostanti. La base dei RSU si trova in falda.

Da notare che nella precedente figura 4.14 e nella tabella 4.15 sono indicate anche aree non degradate s.s., ma aree di trattamento rifiuti s.l. dunque collegabili alle discariche, secondo l'Atlante Ambientale della Provincia di Cremona. Per questo tema, si veda più avanti il paragrafo 4.4.1.

## 4.4 Siti e aree di rischio geologico da fonti antropogeniche

### 4.4.1 Attività potenzialmente pericolose e procedure ambientali

Sono qui raccolte alcune tipologie di aree o di siti che possono essere considerati fonte di rischio geologico s.l. per il concentrarsi di inquinamenti in atto o di attività in grado di produrne.

In generale, tutta la materia, perlomeno relativamente ai casi a), b) e c) dell'elenco sottostante, riguarda prevalenti rischi tecnologici, la cui trattazione è qui inclusa per le relazioni, limitate, con i temi del degrado delle matrici ambientali.

Si tratta delle seguenti categorie:

- a) aree con attività industriali pericolose;
- b) siti contaminati per i quali sia in corso un procedimento di bonifica;
- c) impianti di trattamento rifiuti e aree di pertinenza
- d) terreni interessati all'attività di recupero reflui civili con utilizzo in agricoltura

Le situazioni di tipo A corrispondono alle Attività a Rischio di Incidente Rilevante (RIR), come definite dalla normativa europea in materia e in Italia recepite dal Dlgs 105/2015.

In Lombardia la materia trova specifiche operative nella dgr X/6734/2017 e nel Decreto n3753/2012 che approva le linee guida per la predisposizione dell'elaborato "Rischio di Incidente Rilevante (ERIR). Ci si rifà invece al d.m. 9/5/2001 per i "Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale".

Nel caso di Cremona, tutta la materia è trattata in uno specifico elaborato di PGT denominato "Elaborato tecnico Rischi di Incidenti Rilevanti", da cui le informazioni seguenti sono tratte.

In generale, si può dire che si tratta di tipi di attività pericolose soprattutto per la presenza umana, più che per l'ambiente in senso stretto, salvo i casi che, riferendosi alla presenza di prodotti petroliferi, possono essere considerati pericolosi per l'ambiente oltre che fonti di rischio di incidente per scoppio e/o incendio.

Le attività sottoposte alla regolamentazione RIR sono 5, generatrici di più centri di pericolo e più aree di rispetto corrispondenti (tabelle 4.18 e 4.19 seguenti). Nella Tav.4 (Caratteri geologico tecnici e degrado dei terreni), sono tuttavia indicati solo i contorni delle intere aree di pertinenza dei siti industriali, senza l'indicazione delle aree circostanti per le quali si stimano diversi livelli di rischio potenziale. Si rimanda, ovviamente, all'elaborato citato del Comune di Cremona, per tutti gli approfondimenti e le specifiche in merito alle aree di rischio.

N.	Nome	Luogo	Attività	Superficie ha
1	Tamoil Italia spa	p.za Caduti del Lavoro 30	prodotti petroliferi	75,7
2	Tamoil deposito	via Eridano	prodotti petroliferi	3,7
3	Abibes spa	via Riglio 25	deposito GPL	4,6
4	SOL spa	via Acquaviva 4	gas tecnici	2,8
5	Liquigas spa	via Milano 15	fornitura GPL	5,6

Tab. 4.16 Elenco delle industrie ERIR

rif.	industria	prodotto	evento incidentale	scenario
1	Nuova ABIBES	GPL	incendio	flash fire
2		GPL	incendio	flash fire
1	LIQUIGAS	GPL	incendio	flash fire
2		GPL	rilascio	dispersione per gravità
1	SOL	ammoniaca	rilascio	dispersione per gravità
2		ammoniaca	rilascio	dispersione per gravità
1	TAMOIL	idrocarburi liquidi	incendio	tank fire
2		GPL	incendio	pool fire
3		GPL	incendio	flash fire
4		GPL	incendio	fireball
5		GPL	esplosione	UVCE
6		Gas infiammabile	rilascio	dispersione tossica per gravità

Tab. 4.17 Tipo dei materiali e degli scenari di danno

Per quanto riguarda il tema **b)** ci si rifà all'elenco delle pratiche seguite dal Servizio aree protette, energia, rifiuti – Ufficio bonifiche, della Provincia di Cremona e alla documentazione messa a disposizione dal Servizio Ambiente del Comune di Cremona.

La casistica si riferisce a siti contaminati o potenzialmente contaminati ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., che siano tuttora sottoposti a procedure di indagine ed eventualmente bonifica, secondo le disposizioni del Titolo V parte IV dello stesso decreto 152/06.

Nella tabella seguente, fornita dalla Provincia e integrata con i dati comunali, sono indicate, tra tutte le pratiche trattate dal servizio provinciale, solo quelle che risultano ancora aperte, cioè escluse le bonifiche concluse e le procedure chiuse dopo le indagini ambientali preliminari.

La tabella fornita dal competente servizio della Provincia di Cremona è un elenco di 75 record, corrispondenti ad altrettanti casi di procedure avviate o in corso e, in molti casi, già concluse perché il sito è risultato “non contaminato” o per chiusura dell'iter di bonifica. Inoltre sono 58 i siti relativi al comune di Cremona, mentre gli altri si trovano in aree di comuni limitrofi.

Le pratiche selezionate sono dunque solo 13, appunto perché si è preferito non riportare anche i riferimenti a pratiche già chiuse. Le informazioni provenienti dall'archivio provinciale sono peraltro limitate a quelle esposte nella tabella, neppure associate ad una identificazione cartografica definita. La loro identificazione geografica sulla Tavola 4 è dunque limitata ad una parte nota dei casi, mentre per tutti viene indicato un punto che identifica più genericamente l'area interessata.

pratica aperta/ chiusa	ID	SOGGETTO	SITO	COMUNE	EVENTO	CLASSIFICAZIONE
	A	SOC. LAWTER INTERNATIONAL S.R.L.	Via S. Rocco	CREMONA	pratica rifiuti	BONIFICATO
a	027	TAMOIL RAFFINAZIONE S.p.A.	Deposito di Cremona (Ex Raffineria)	CREMONA	Sito industriale - Ex-raffineria prodotti petroliferi, ora deposito - Contaminazione da idrocarburi	CONTAMINATO
a	141	FRAGNI S.R.L.	insediamento di via delle Industrie 34	CREMONA	Inquinamento falda da composti organoclorurati	CONTAMINATO
a	152	KEROPETROL SpA	insediamento di Via Boschetto,2	CREMONA	Contaminazione da idrocarburi in sito di stoccaggio	CONTAMINATO
a	162	WONDER SpA	Insediamento di Via Nazario Sauro, 12 - 26100 Cremona	CREMONA	Contaminazione da metalli, composti organoclorurati e idrocarburi	CONTAMINATO
a	169	IGNOTO	Piezometri S3N e XVN sponda Canale Navigabile	CREMONA	Contaminazione da composti organoclorurati in falda	POTENZIALMENTE CONTAMINATO
a	186	Ex Piacenza Rimorchi	Area ex Piacenza Rimorchi - Via Milano	CREMONA	Ex sito industriale	POTENZIALMENTE CONTAMINATO
a	196	IGNOTO	Piazzale Deposito Inertex Concessione ATA SpA v. Riglio	CREMONA	Contaminazione in falda da composti organoclorurati	CONTAMINATO
a	198	IGNOTO	piezometro P7 Discarica Malagnino	MALAGNINO	Contaminazione in falda da 1,2-Dicloroetano	POTENZIALMENTE CONTAMINATO
a	199	TAMOIL RAFFINAZIONE S.p.A.	Oleodotto in Comune di Cremona - Loc. via delle Viole	CREMONA	Sversamento di prodotto idrocarburico a seguito di effrazione dolosa	NON CONTAMINATO
a	204	EG Italia SPA	PVF 1157, V. Brescia, 191	CREMONA	Punto vendita carburanti	POTENZIALMENTE CONTAMINATO
a	235	Fondazione Arvedi Buschini	Ex Caserma Manfredini Via Bissolati	CREMONA	indagine ambientale per riqualificazione del sito	NON CONTAMINATO (ADR)
a	238	Immobiliare Cremona Nord S.R.L.	Area dismessa via Vecchia Dogana – angolo via Mosconi	CREMONA	area dismessa con presenza di rifiuti interrati contenenti amianto	POTENZIALMENTE CONTAMINATO

Tab.4.18 Siti con procedimento ambientale in corso

Per la gran parte di questi siti, tuttavia, il Servizio Ambiente del Comune di Cremona ha fornito una ampia nota di aggiornamento dello stato di fatto che, si riporta, sintetizzata, nel seguito.

#### Contaminazione sito Wonder S.p.A. Via Boschetto 12 Cremona

Nel 2012 è stata riscontrata una contaminazione storica da composti organici clorurati delle matrici ambientali del sito. Sono stati poi approvati i risultati del Piano di caratterizzazione e la realizzazione della barriera idraulica e del progetto di test pilota, costituenti il progetto di messa in sicurezza d'emergenza.

A conclusione di una complessa istruttoria, nel marzo 2020, si chiude il procedimento seguente all'analisi di rischio con l'approvazione del Progetto degli interventi di bonifica, di messa in sicurezza operativa ( MISO) di messa in sicurezza permanente ( MISP) ai sensi del D.lgs. 152/06 e s.m.i., art. 242 comma 7. Le attività di bonifica sono ancora in corso e consistono in operazioni di Messa in sicurezza permanente (MISP) delle sorgenti suolo; di Messa in sicurezza operativa (MISO) della sorgente "suolo profondo"; di Bonifica della falda sospesa. Per i composti organo-clorurati e i metalli pesanti in falda si prevede l'applicazione delle tecnologie I.S.C.R. (In Situ Chemical Reduction) e E.R.D. (Enhanced Reductive Dechlorination). Infine Messa in sicurezza operativa della falda tradizionale con impianto di Pump & Treat.

#### Ditta Keropetrol Via Boschetto 12-Contaminazione acque di falda

Con comunicazione del 2011 ai sensi del comma 3, art 242 del D.lgs.152/06 la proprietà ha dichiarato la potenziale contaminazione da composti clorurati e idrocarburi del suolo e delle acque del sito. Nel 2012 è stato approvato il Piano della Caratterizzazione, presentato dalla società Keropetrol a seguito di superamento delle CSC riscontrato nella matrice acque sotterranee. Come sistema di M.I.S.E. si è attivato un impianto Dual Phase Extraction attivo dal febbraio 2016. Dopo la redazione del documento di analisi di rischio sito specifico, nel febbraio 2019 è stato approvato il progetto degli interventi di bonifica e di messa in sicurezza operativa trasmesso da Keropetrol ed attualmente ancora in corso. Nell'ambito delle attività di monitoraggio è prevista la ricerca di idrocarburi totali, MTBE,ETBE,BTEXS, Solventi clorurati ( cancerogeni e non)

#### Contaminazione storica presso la ditta Fragni, via Delle Industrie n. 34.

in data 26.09.2011 la ditta Fragni S.r.l. comunicava agli Enti competenti il superamento delle CSC nelle acque di falda riconducibile ad una contaminazione storica da alifatici clorurati e attuava misure di messa in sicurezza di emergenza (M.I.S.E.) mediante la realizzazione di una barriera di contenimento idraulico. Le indagini di caratterizzazione hanno confermato la contaminazione della falda da composti organici clorurati (Tetracloroetilene,Tricloroetilene,1,1-Dicloroetilene ) e che le concentrazioni dei contaminati risultano maggiori nella porzione meridionale dell'insediamento industriale. Non sono invece emersi superamenti delle CSC nei terreni per destinazione commerciale/industriale. Di conseguenza non è stato possibile identificare la sorgente storica primaria della contaminazione. Il Progetto di Messa in Sicurezza Operativa ( M.I.S.O.), trattandosi di sito in attività è stato integrato a seguito di CdS del 16 ottobre 2015

La ditta esegue monitoraggio trimestrale delle acque di falda e procederebbe con integrazioni del MISO in caso di valori superiori alle CSR approvate. Nel 2016 il Comune approva il progetto di analisi

di rischio e di MISO, con conferma del mantenimento del sistema pump & treat tramite emungimento in pozzo attualmente ancora in esercizio.

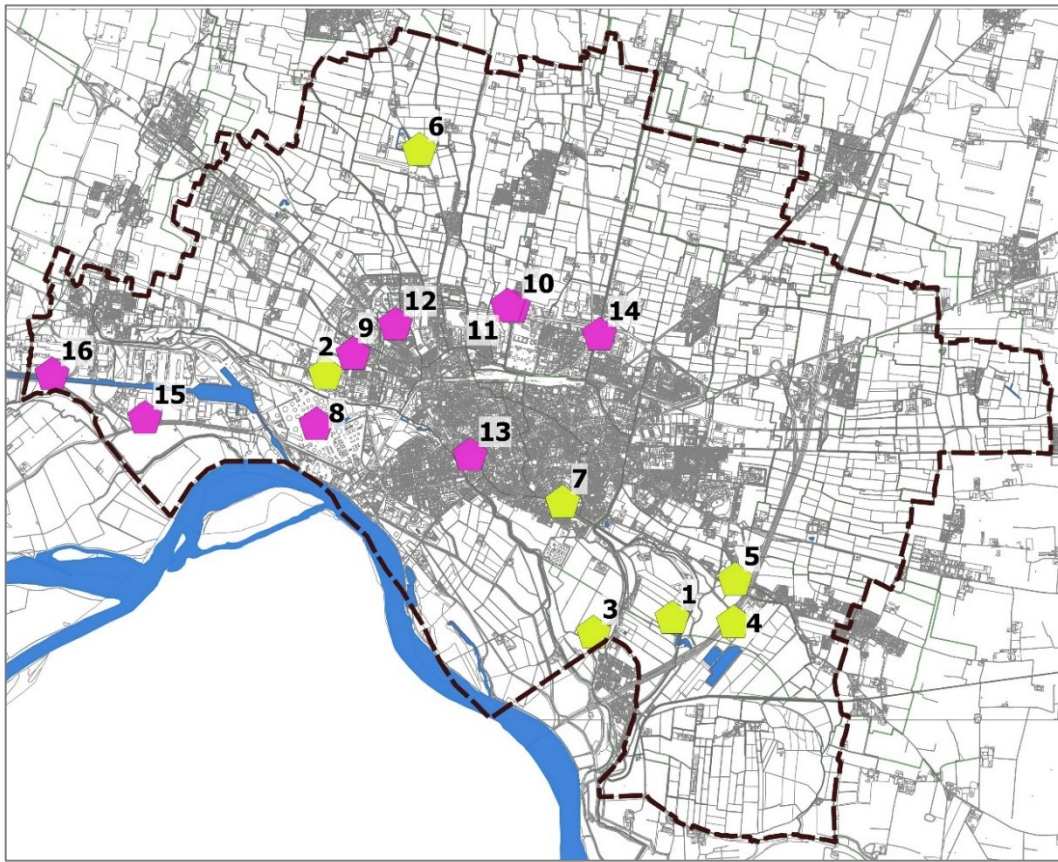


Fig. 4.16 Siti con procedimenti ambientali (viola=contaminati), (giallo=bonificati)

#### Complesso edilizio “Ex Caserma Manfredini” sito tra Bissolati n. 34 e Via Massarotti 21/C.

Il compendio immobiliare della Ex Caserma Manfredini, dismesso dal Ministero della Difesa e retrocesso all’agenzia del Demanio nel 2017, era stato inserito nel programma di riqualificazione di Federal Building di riqualificazione.

La Direzione Regionale dell’agenzia del Demanio , nel 2018, ha avviato un’attività di monitoraggio per definire lo stato ambientale del suolo, per poter dar luogo all’iter di riqualificazione. Nel 2018 il Comune ha approvato la Proposta di indagine ambientale e il Piano di bonifica e rimozione serbatoio. Nel 2021 il Demanio ha concesso al Politecnico di Milano l’immobile per le procedure ambientali. Per successivo accordo, dal 2022 la Fondazione Arvedi-Buschini è il detentore dell’area. A conclusione delle indagini ambientali è stata riscontrata una contaminazione storica del materiale di riporto in alcune aree circoscritte del sito, di età Romana/Medievale.

A valle del sito è stata riscontrata presenza di composti organici clorurati , Tetraclortoetilene, non ascrivibile alle attività svolte sul sito.

Nel 2023 è stata approvata la “Relazione tecnica inerente i risultati delle indagini del Piano di Caratterizzazione e analisi di Rischio dell’area “Ex Caserma Manfredini” ; l’area non presenta rischio sanitario. E’ stata prescritta la prosecuzione del piano di monitoraggio della matrice acque sotterranee, estendendo le campagne di monitoraggio all’intera rete piezometrica.

Ex Deposito carburanti Tamoil Italia s.p.A. TP 721, Via Eridano 53/39 Cremona. Contaminazione della falda da composti organici clorurati.

Nel sito, in occasione delle attività di caratterizzazione del limitrofo sito della Raffineria Tamoil, è stata riscontrata presenza di idrocarburi nelle acque di falda. Il Comune di Cremona nel 2010 ha approvato il documento di Analisi di rischio sanitario per il sito prescrivendo un periodo di monitoraggio di 10 anni delle acque sotterranee con campionamento annuale e ricerca di: idrocarburi totali, BTEXS, MTBE, Composti alifatici clorurati compreso il cloruro di vinile.

Visti gli esiti del monitoraggio post analisi di rischio ( 8 superamenti nel 1/2015 e 1/2016) si è concordato il monitoraggio trimestrale della falda per due campagne. I risultati delle indagini del 2017 hanno confermato il rispetto delle concentrazioni di riferimento per tutti i parametri: idrocarburi totali , BTEX ed MTBE, cloruro di vinile. Il procedimento si è pertanto concluso.

Procedimento ambientale ai sensi dell'art. 245 del D.Lgs. 152/2006 insediamento Ex Armaguerra sito in Via Seminario angolo Via Castelleone.

Nell'ambito delle recenti attività di riqualificazione del sito, sono state riavviate le indagini ambientali sul sito, interrotte nel 2004.

Il sito è stato suddiviso in tre subcomparti. Nei subcomparti 1 e 2 è stata sviluppata specifica analisi di rischio e progetto di messa in sicurezza permanente. Il subcomparto 3, non presenta invece un quadro ambientale chiaro soprattutto in relazione al tema dei riporti non conformi.

Le indagini sono state eseguite nel mese di maggio 2019. I risultati hanno evidenziato il superamento nel suolo delle CSC previste dalla Tabella 1/B, Allegato 5, per il solo parametro Arsenico.

I risultati delle analisi chimiche sugli eluati di materiale di riporto hanno evidenziato il superamento delle CSC in tutti i campioni per i parametri Piombo e Solfati.

Le analisi sulle acque sotterranee hanno evidenziato il superamento delle CSC (Tabella 2 allegato 5 titolo V parte IV) per il solo parametro Manganese in tre punti, valutati come "chiaramente di origine naturale". Dopo un piano di caratterizzazione integrativo, nel 2020 si è chiuso il procedimento ed è stato approvato il documento: " Analisi di rischio e progetto degli interventi di messa in sicurezza permanente dei subcomparti 1 e 2. In caso di futuri interventi non previsti, la parte o eventuali nuove proprietà dovranno garantire che gli interventi non pregiudichino la messa in sicurezza permanente del sito.

Per il Subcomparto 3 il Comune ha avviato nel 2020 il procedimento , chiuso con l'approvazione del documento: "caratterizzazione integrativa del subcomparto 3", attualmente in corso.

Contaminazione punto vendita PVF 1157 PBL 105636 ESSO via Brescia 191

Nel corso di una campagna di indagini ambientali, nel 2017 Esso Italiana S.r.L. ha individuato una contaminazione da idrocarburi in falda presso il proprio punto vendita carburanti operativo PVF 1157. E' emersa la conformità del suolo e sottosuolo ai limiti di legge per i parametri ricercati, mentre per le acque si evince la non conformità di alcuni campioni per il parametro MtBE.

La Società ha attivato le misure di Messa in sicurezza della falda nei punti di superamento ed ha avviato le ulteriori verifiche della qualità delle acque.

Con nota del 3.8.2017 Esso Italiana ha trasmesso il Documento "Progetto Unico di bonifica" per il sito in oggetto. A seguito di istruttoria è stata approvata la proposta di modifica dei punti di

monitoraggio la necessità di presentare un nuovo progetto di bonifica, presentato nel 2022. Le prescrizioni al progetto prevedono monitoraggio di un anno a cadenza trimestrale e rilevazione, al collaudo, di Idrocarburi totali, BTESX, IPA, MTBE, ETBE e Pb tetraetile.

#### Area Ex Snum sita in Via Del Giordano/ Via Mosa in Comune di Cremona.

L'area , presso la quale sono in corso interventi di riqualificazione edilizia, è stata oggetto di indagine ambientale avviata nel 2017.

Gli esiti delle indagini Hanno mostrato la non conformità dei terreni alle CSC previste per la specifica destinazione d'uso (tab 1/B del D.lgs.152/06) e la presenza di riporti non conformi all'eluato da test di cessione. Erano stati rilevati superamenti per gli idrocarburi pesanti leggeri sui terreni dell'ex impianto di distribuzione carburanti e area in prossimità del corpo di fabbrica.

Le superfici contaminate da idrocarburi sono state interessate da procedimento di bonifica in procedura semplificata. Per le restanti superfici si sono verificati superamenti del parametro As del test di cessione nei terreni di riporto. Per questi è stato presentato il piano della caratterizzazione, oggetto di procedimento separato. Per altri mappali è stata approvata la relazione di fine lavori delle attività di bonifica e piano di caratterizzazione..

Nel 2021 la Soc. Findonati S.p.A, nuova proprietaria dell'area ha avviato l'esecuzione del piano di caratterizzazione approvato. I nuovi test di cessione, con i limiti del d.m. 5/2/1998 hanno riscontrato il rispetto dei nuovi limiti delle concentrazioni di inquinanti, per cui la soc. Findonati ha inoltrato istanza di chiusura e archiviazione del procedimento ambientale, chiuso poi nel 2021.

#### “Siti Orfani “

Si segnalano altre due zone in cui sono state riscontrate passività ambientali: zona industriale adiacente il Canale Navigabile (arta piezometri Canale Navigabile, a valle dell'Acciaieria Arvedi e area Piazzale Deposito Inertex di Via Riglio). Per queste due aree, contaminate da composti clorurati, rispettivamente tetracloroetilene e cloruro di vinile, è stato presentato un programma di intervento in Regione Lombardia al fine di ottenere finanziamenti finalizzati all'individuazione del responsabile della contaminazione, considerato che gli inquinanti in questione non sono inclusi nel ciclo produttivo delle attività citate .

Tra questi siti non compaiono le discariche o ex discariche di S. Rocco, di Bastida e Porto Canale (gestione AEM), nonché, complessivamente, i siti delle discariche Arvedi, cessati o in attività, al confine con Spinadesco, dotati di un ampio sistema di monitoraggio della falda idrica, sviluppato in diversi step, ma non sempre attivo e ben funzionante.

Compaiono invece, con alcune incertezze dovute allo scarso aggiornamento di questo tipo di dati, sia a livello provinciale che regionale, tra gli impianti di trattamento rifiuti.

Con la categoria **c)** (Impianti di trattamento rifiuti e aree di pertinenza) si è inteso unicamente riportare in carta (Tav. 4) l'ubicazione degli impianti di trattamento dei rifiuti, indicati sia come punto identificativo della attività svolta, sia come area occupata, nei casi in cui questa informazione è disponibile.

I dati provengono da raccolte precedenti, effettuate presso la Provincia di Cremona e il Comune, e dalla banca dati regionale attuale costituita dal Catasto Georeferenziato Impianti Rifiuti (C.G.R.-Web) che contiene

i dati tecnici ed amministrativi relativi a tutti gli impianti, compresi quelli mobili, autorizzati ad effettuare operazioni di gestione dei rifiuti.

Sono reperibili sia dati puntuali che poligonali, questi ultimi riferiti però solo ad alcune situazioni, quelle principali o di maggiore estensione.

ID	RAG_SOC	STATO_ES	RIFIUTI	IMPIANTI	AUTORIZ.	OPERAZIONI
1	GOBBI F.LLI DI GOBBI ANGELO, MARINO & BRUNO	IN ESERCIZIO	NP,P	AUTODEMOLIZIONE,STOCCAGGIO,SELEZIONE E CERNITA,RECUPERO	2018	D15,R4,R13,R12
2	VISA CAR	IN ESERCIZIO	NP,P	AUTODEMOLIZIONE,STOCCAGGIO,RECUPERO	2013	R13,R4
3	LINEA GESTIONI	IN ESERCIZIO	NP,P	ALTRI IMPIANTI,STOCCAGGIO	2020	D15,R13,R12-3
4	COMUNE DI CREMONA	AUTORIZZATO		DISCARICA	1999	
5	MIGLIOLI	IN ESERCIZIO	NP,P	RECUPERO,STOCCAGGIO,SELEZIONE E CERNITA	2013	D13,R4,R13,R12,D15,D14
6	ALETEL S.R.L.	IN ESERCIZIO	NP	COMUNICAZIONE	2012	R13
7	ISACCO	IN ESERCIZIO	NP,P	AUTODEMOLIZIONE,SELEZIONE E CERNITA	2008	R13,R4
8	PADANIA ACQUE S.P.A.	IN ESERCIZIO	NP	TRATTAMENTO DI RIFIUTI LIQUIDI	2016	D15,D9
9	PADANIA ACQUE S.P.A.	IN ESERCIZIO	NP	RECUPERO	2019	R5
10	CASCINA PULITA	IN ESERCIZIO	NP,P	SELEZIONE E CERNITA,STOCCAGGIO	2017	D15,R13,R12
11	ACCIAIERIA ARVEDI	IN ESERCIZIO	NP	RECUPERO	2015	R13,R5,R4
12	ECOPLANT S.R.L.	IN ESERCIZIO	NP,P	ALTRI IMPIANTI,STOCCAGGIO	2019	D13,R13,R12,D15,D14
13	ACCIAIERIA ARVEDI	IN ESERCIZIO	NP,P	DISCARICA,RECUPERO,INERTIZZAZIONE	2014	D1,R5,R4,R13,D9,D15
14	LINEA RETI E IMPIANTI S.R.L.	IN ESERCIZIO	NP,P	INCENERIMENTO,SELEZIONE E CERNITA	2012	D10,R1,D15
15	LINEA AMBIENTE	IN ESERCIZIO	NP	COMUNICAZIONE	20121	R13,R5

Tab.4.19 Impianti gestione rifiuti secondo il Catasto regionale C.G.R.

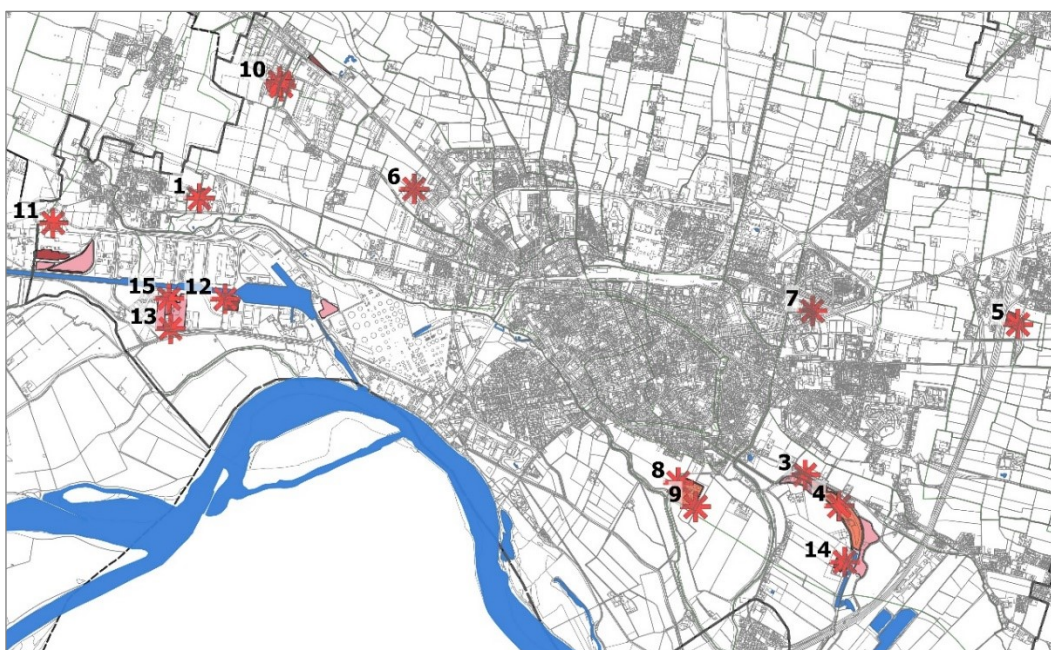


Fig.4.17 Localizzazione “puntuale” di siti con impianti gestione rifiuti

Una ulteriore tabella raccoglie le poche informazioni areali riferite agli stessi impianti, almeno dalla fonte regionale citata. Sono compresi gli impianti del depuratore gestito da Padania Acque e della discarica di S.Rocco, ora in gestione a A2A. L'altro impianto corrisponde ad una piccola area (600 m2) collocata in Via degli Artigiani, a nord-ovest del Centro.

ID	RAG_SOC	STATO_ES	RIFIUTI	IMPIANTI	AUTORIZ	OPERAZIONI
1	ALETEL S.R.L.	IN ESERCIZIO	NP	COMUNICAZIONE	2012	R13
2	COMUNE DI CREMONA	AUTORIZZATO		DISCARICA	1999	
3	PADANIA ACQUE S.P.A.	IN ESERCIZIO	NP	TRATTAMENTO DI RIFIUTI LIQUIDI	2016	D15,D9

Tab.4.20 Impianti gestione rifiuti, informazione poligonale (Banca dati CGR).

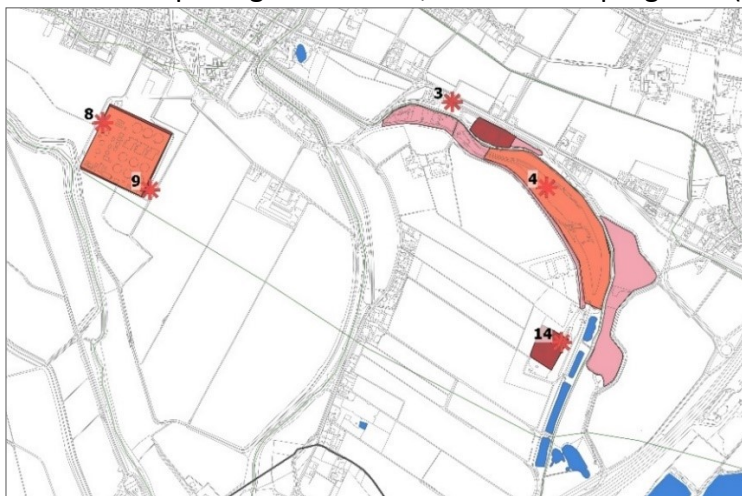


Fig.4.18

Impianti area S.Rocco, depuratore e termovalorizzatore

Ai casi citati e a quelli riportati in tabella, si aggiunge il poligono della discarica di Porto Canale, tutt'ora controllata da AEM e rappresentata da un accumulo ormai recuperato a verde. La vecchia discarica di inerti "Bastida" è invece ora inglobata nell'area degli impianti di recupero ARVEDI, tra via Riglio e il Canale Navigabile.

Infine (categoria **d**), sono riportate le informazioni cartografiche relative ai "Terreni interessati all'attività di recupero rifiuti mediante utilizzo a beneficio dell'agricoltura (art. 28 D.Lgs. 22/1997 e D.Lgs. 99/1992)".

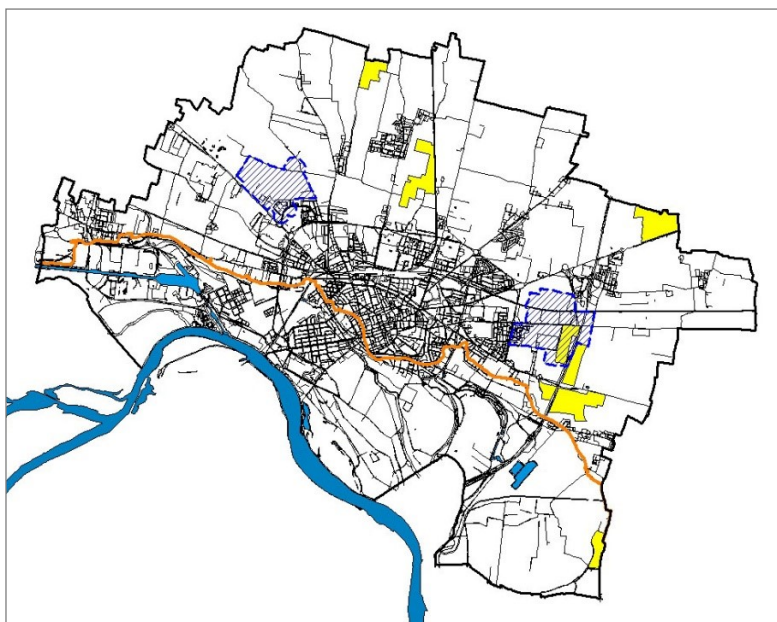


Fig. 4.19

Rappresentazione delle aree autorizzate al recupero fanghi su terreni agricoli (in giallo) e delle Zone di Rispetto dei campi pozzi AEM

Si tratta di terreni su cui sarebbe possibile scaricare reflui civili o assimilati con le caratteristiche e modalità previste dal D.lgs 99/92, come rivisto, o reso più incerto, secondo molti, dall'art. 127 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Occorre precisare, però, che il dato è molto poco aggiornato (2014 ?), e la sua fonte, l'Atlante Ambientale della Provincia, è attualmente inattiva, probabilmente proprio per il carente aggiornamento dei dati. Si tratta quindi di un dato che deve essere, eventualmente, verificato.

Nella tabelle della Provincia, quando attive, risultavano indicati anche i valori di sostanza e metalli scaricabili, ma in questa sede ci si limita alla rappresentazione delle aree stesse. Per questo scopo i poligoni, senza separazioni particellari, sono stati digitalizzati ex novo e rappresentati in una apposito layer. La superficie complessivamente dedicata al recupero fanghi sarebbe pari a 184, 4 ettari.

Dalla figura precedente emerge anche la parziale sovrapposizione di una di queste aree con la ZdR di inviluppo del campo pozzi est. Questa situazione, se fosse oggi confermata, non sembrerebbe compatibile con la vigente normativa di regolamentazione delle ZdR.

#### **4.4.2 Note sulla situazione dell'area Tamoil**

##### Eventi e stato al 2012

Le informazioni qui riassunte sulla storia, gli eventi e la situazione attuale dell'area Tamoil provengono dai documenti reperibili in rete (giornali, associazioni, Comune.) e dalla ampia recente documentazione relativa alle indagini e agli interventi successivi alla scoperta dell'inquinamento di suolo e acque nell'area Tamoil. La documentazione tecnica è stata messa a disposizione dal Servizio Ecologia del Comune di Cremona. Rimane comunque piuttosto sorprendente la carenza di documentazione sintetica già elaborata che raccolga, documenti e commenti, ad uso dei cittadini, in modo trasparente e completo la vicenda della Tamoil. Se si escludono i documenti tecnici interni, infatti, non risulta siano pubblicati e resi disponibili, con la opportuna continuità e facilità di accesso, i dati dell'inquinamento e della loro distribuzione geografica.

L'insieme documentario reperito rappresenta comunque una parte di quanto andrebbe consultato per ottenere un quadro completo dei fatti e della evoluzione tecnica e ambientale dei siti e degli impianti negli ultimi 20 anni. In questo intervallo di tempo si è andata contemporaneamente chiudendo una pagina della storia industriale del sito e aprendo una questione ambientale rilevante, connessa all'impatto sull'ambiente delle attività svolte e ancora da svolgere.

Non è comunque possibile, per la complessità delle vicende e dei temi, pretendere di illustrare fatti e conseguenze in questa sede, non deputata a questo scopo, se neppure altri lo hanno finora fatto, nonostante la conoscenza diretta e l'eventuale ruolo istituzionale.

Dunque, senza pretesa di completezza e senza possibilità di aggiungere informazioni nuove o valutazioni originali, si espongono di seguito i fatti principali della vicenda, con attenzione agli aspetti ambientali e a quelli, in particolare, che più attengono alle matrici geologiche acque e suolo.

Si tenga anche presente che le informazioni utilizzate, fornite dagli uffici comunali per i soli scopi della caratterizzazione geologica del sottosuolo, riguardano procedimenti in corso e, in genere, non sono resi pubblici. Dunque se ne tratta qui in termini generici o con riferimento a informazioni tematiche parziali, in ogni caso senza riportare dati di analisi e dettagli.

Il testo che segue, predisposto per lo Studio geologico comunale del 2012 e dunque documentato fino a quella data, è stato integrato in questa occasione, con un breve contributo, grazie alle informazioni fornite dall'Ufficio Ecologia del Comune.

Il primo insediamento di una attività di stoccaggio e distribuzione carburanti nell'area in oggetto, presso il Po, risale agli anni '40; attività sottoposta a bombardamento durante la guerra e ristrutturata con passaggio da serbatoi interrati a serbatoi fuori terra. Tra 1952 e '54 il deposito viene trasformato in piccola raffineria (Raffineria Italia, Flli Camangi).

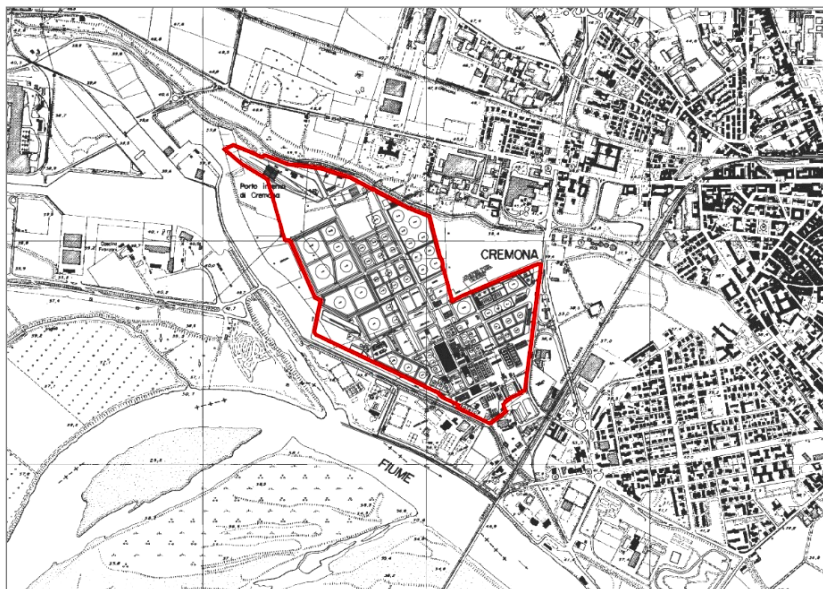


Fig. 4.20

Ubicazione dell'area Tamoil

La immagine seguente, tratta dal Volo GAI 1955 (URS Italia novembre 2009) indica la serie di lanche abbandonate dal Po, corrispondenti al settore d'alveo sottratto al fiume, dopo l'alluvione del 1951, per ampliamento della fascia perfluviale di espansione dei primi insediamenti delle canottieri e di altre attività (pennello lungo sponda e traverse con alzaie trasversali).



Fig. 4.21

Immagine volo GAI con didascalie (URS Italia 2009)

La zona bianca al centro, censurata, corrisponde al primo insediamento degli impianti, che utilizzava un canale di raccolta delle acque di lavorazione che scaricava nella zona delle lanche.

La relazione citata URS Italia 2009 (Caratterizzazione del suolo e sottosuolo e Analisi di rischio – Aree esterne) ricorda che nelle vasche così create si continuò a scaricare per diversi anni i fluidi di lavorazione della raffineria con tubazione che attraversava l'argine maestro. Negli anni '60 le ex lanche furono gradualmente colmate con inerti naturali e con materiali vari di demolizione. Le ultime di queste aree sono visibili nella tavoletta IGM 1967 e riportate tra le aree di cava/discarica (v. in precedenza); queste ultime, e forse non solo queste, sarebbero state infatti interessate (URS Italia 2009) da scarico di "oli esausti e altri rifiuti provenienti da attività artigianali locali".

Nel 1961 la Amoco Italia spa (Standard Oil Co.) acquista l'impresa dei Fratelli Camangi e ne amplia l'attività. Tuttavia nel 1983 la stessa Amoco vende a un investitore privato che utilizza il nome di Tamoil Italia spa. Si entra poi in un periodo di maggiore difficoltà fino alla rilevazione di parte del pacchetto azionario da parte di società finanziarie controllate dall'estero e da paesi produttori di petrolio (Libia). Dal 1988 la proprietà è trasferita a Oilinvest B.V. (Netherlands) che rafforza la presenza commerciale e crea le due nuove società, la Tamoil Raffinazione S. p.A. (1993 – attività di raffinazione) e la Tamoil Petroli S. p.A. (1997 – attività commerciali).

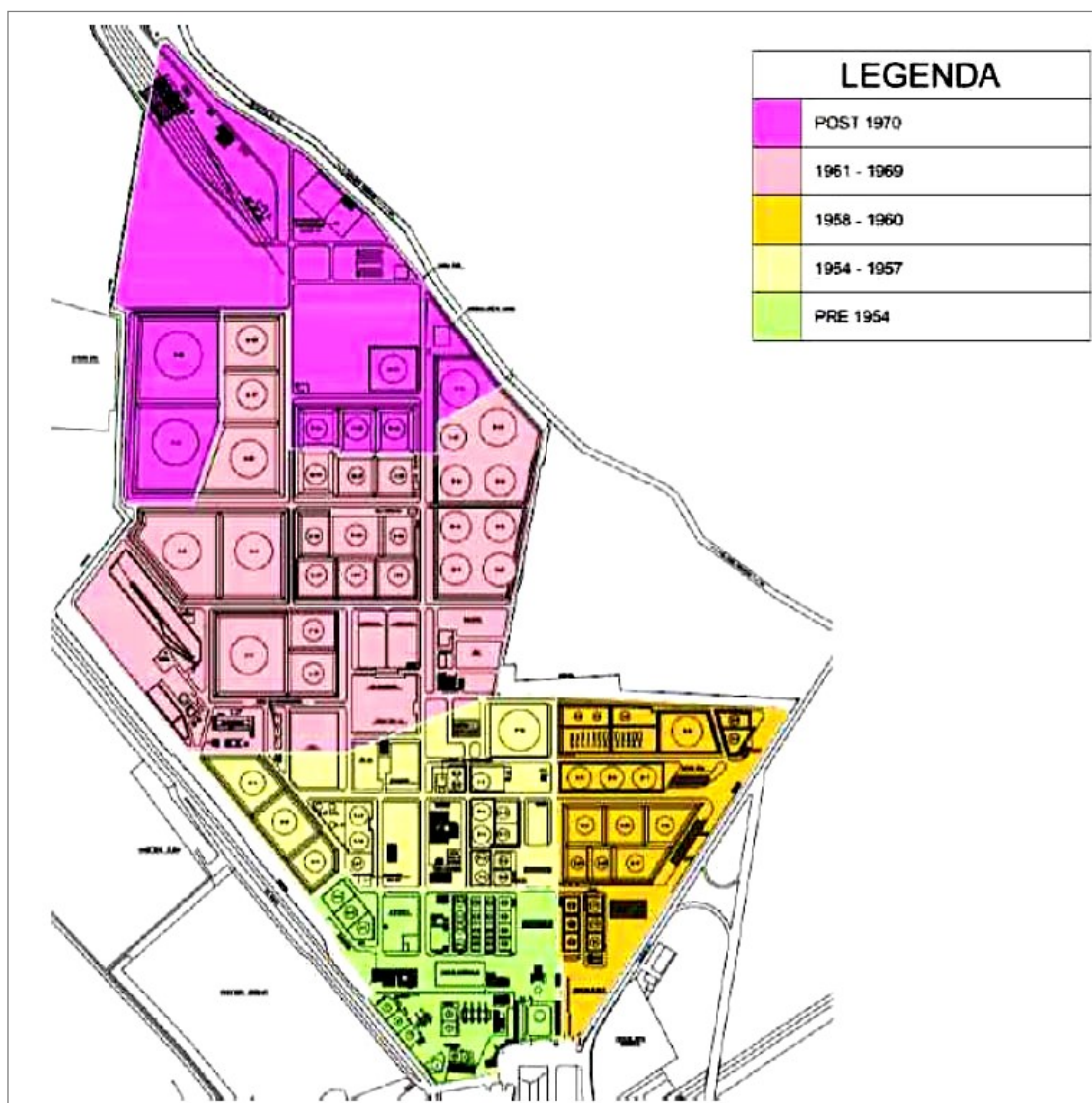


Fig. 4. 22 Tappe di sviluppo dell'insediamento Tamoil (URS Italia 2009)

Tra 2000 e 2006, il processo di ristrutturazione ed espansione della rete commerciale di distribuzione di carburanti porta la quota di mercato in Italia ad un valore superiore all'8%.

Per razionalizzare ed incrementare le sinergie di Gruppo, Tamoil Italia e Tamoil Petroli si fondono in un'unica società: Tamoil Italia S. p.A. che dal primo maggio 2005 gestisce direttamente l'intero business. Con il 2010 – 2011 la compagnia decide di interrompere l'attività di raffinazione presso il sito di Cremona e di continuare con le attività di ricezione, stoccaggio e distribuzione di prodotti petroliferi. Tamoil Raffinazione spa ha firmato, l'1 aprile 2011, un accordo con enti pubblici e parti sociali per la definizione dei criteri e modalità della dismissione e della collocazione del personale (le notizie sulle vicende della Tamoil sono ricavate prevalentemente dal sito dell'azienda e da articoli di stampa)

La figura precedente, ricavata dalla stessa fonte citata, mostra gli stadi principali di evoluzione dell'area industriale.

Quanto alle vicende più recenti, relative alla esplosione della emergenza ambientale e produttiva si vedano le tre seguenti sequenze, molto sintetiche, di fatti.

### I fatti e la cronaca giudiziaria

#### **anni '90**

segnalazioni sporadiche e non considerate di inquinamento di idrocarburi a valle della Tamoil

#### **2001**

Tamoil si autodenuncia per inquinamento da idrocarburi nelle aree interne all'azienda, e continua l'attività

#### **2003 – 2004**

l'inquinamento è presente, ma non si attivano risposte precise

#### **2007**

scoperta dell'inquinamento nelle acque della prima falda nelle aree esterne "canottieri", probabilmente presente da molto tempo

#### **2007 – 2008**

avviso di indagine giudiziaria con esame dell'attività della società soprattutto tra 1999 e 2007

si scopre anche la presenza di solventi clorurati in falda e si individuano anche fusti sepolti con rifiuti nocivi.

#### **2010**

indagini per sversamento accidentale e su uno sversamento sospetto in Po

#### **2012**

rinvio a giudizio di 5 dirigenti e/o amministratori Tamoil per attività compresa tra 1999 e 2007; solo nel 2007, infatti, si avviava il pompaggio dal sottosuolo per l'interruzione del flusso inquinante

### Le vicende tecniche

Dal 2001 a oggi si sono susseguite sulle aree della Tamoil (area recintata "interna") e sulle aree esterne interessate, per collocazione geografica, dai fenomeni di contaminazione, molte analisi, molti progetti e vari interventi di contenimento/mitigazione/eliminazione del danno o del rischio.

#### **Aree interne**

#### **2001**

Studio e Piano di Caratterizzazione delle aree Raffineria e Deposito

**2004**

Caratterizzazione area Prato Nord – Ovest

**2005**

Indagini geofisiche sul “taglione” d’argine e integrazioni al Piano di Caratterizzazione

**2005 – 2007**

Caratterizzazione area raffineria GTCC (Gulf Technical Construction Company), con integrazioni successive e con campagne di misura in nuovi punti di controllo, insieme con Arpa

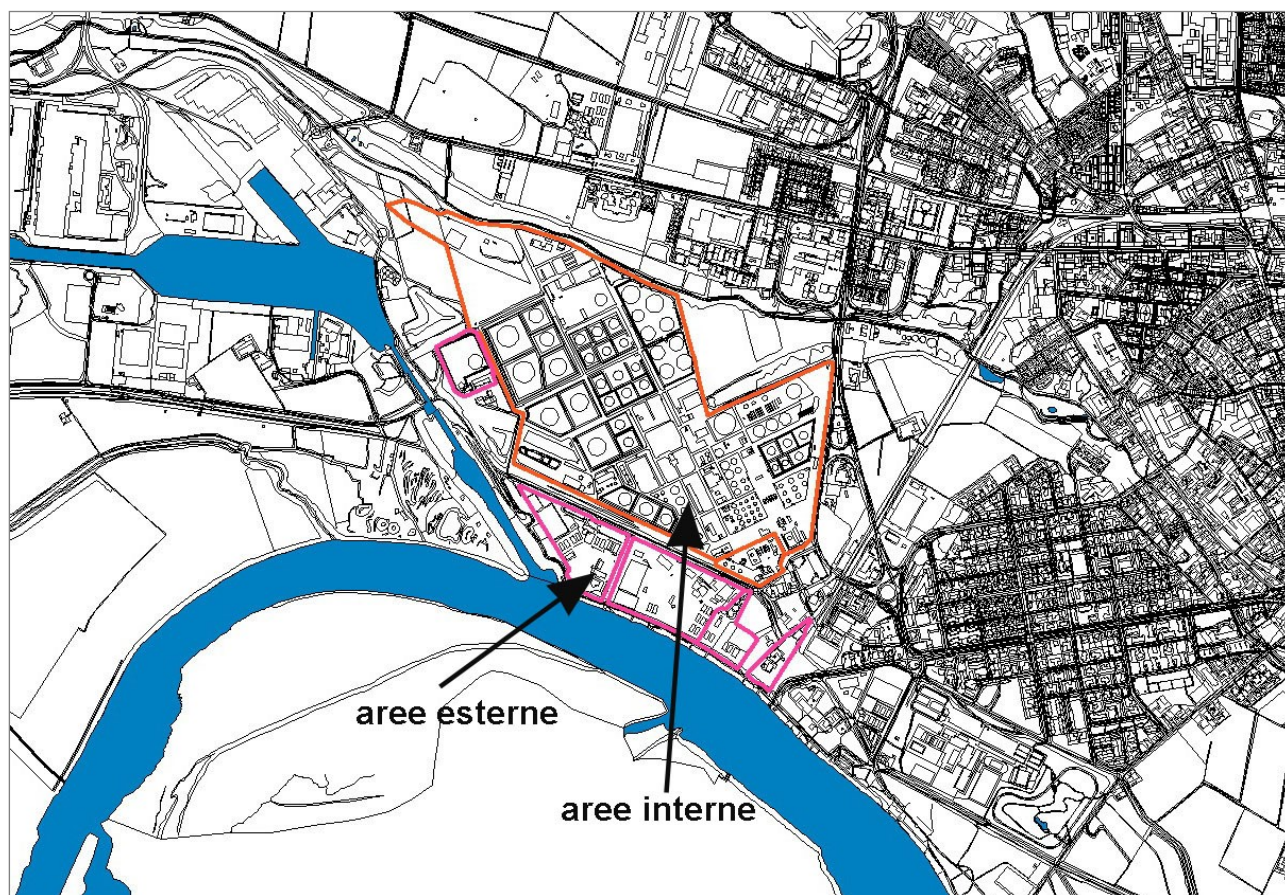


Fig. 4.23 Area interna raffineria e deposito (75 ha) e aree esterne interessate dalle analisi ambientali (area canottieri sud, 18 ha, più area nord – ovest, 2,5 ha)

**2007 – 2008**

Progettazione e avvio barriera idraulica (vedi anche in aree esterne); monitoraggio

**2008 – 2009**

Indagini integrative e analisi di rischio (AdR); monitoraggio

**2010**

Integrazione analisi di rischio; prosecuzione monitoraggio; indagini per sversamento accidentale

**2010 – 1/2011**

Progetto di Messa in sicurezza operativa (MISO) e relative richieste di integrazione nella Conferenza dei Servizi di aprile 2011

**8 – 10/2011**

Richiesta di sospensione del procedimento di approvazione del progetto MISO per coordinarlo con il procedimento per l’autorizzazione alla dismissione impianti

**2012**

Aggiornamento MISO in variante e predisposizione progetto caratterizzazione integrativa aree dismesse (*in corso*)

### **Aree esterne**

#### **2006**

Prime indagini ambientali aree esterne e progetto MISE barriera idraulica (Messa in sicurezza di emergenza acqua di falda)

#### **2005 – 2007**

Campagne di monitoraggio con Arpa

#### **2007**

Piano caratterizzazione aree esterne sud

#### **2007 – 2008**

Progettazione e avviamento barriera idraulica

#### **2008 – 2009**

Indagini integrative aree esterne, caratterizzazione sottosuolo e Analisi di Rischio (AdR) monitoraggio Arpa

#### **2010 (CdS 1/2011)**

Prima revisione AdR sulla base delle osservazioni della CdS del 2/2/2010; indicazioni per la predisposizione del progetto di MISO

#### **inizio 2011**

Indagine stato terreni superficiali (campagna “top – soil”) per verifica aree da bonificare

#### **2011**

Progetto di operativo interventi di ripristino terreno e acque in aree esterne in base alla revisione della AdR; aggiornamento programma monitoraggio

#### **2/1/2012**

Decreto Dirigenziale Comune di Cremona di approvazione del “*Piano operativo degli interventi di ripristino ambientale nel terreno insaturo e nelle acque di falda*” e autorizzazione degli interventi.

#### **2012**

Trasmissione dati seconda campagna di monitoraggio Arpa 2011

### **Dismissione impianti**

#### **4/2011**

Accordo Tamoil, istituzioni e parti sociali per tempi e modi della dismissione e la tutela dell’ambiente e dei lavoratori; successivo insediamento Tavolo Regionale di confronto. Presa atto istanza dismissione impianti presentata alla Regione. Previsione assetto finale con sito di ricezione e stoccaggio /deposito di benzine e gasolio.

#### **6/2011**

Presentazione linee di massima nuovo assetto stabilimento; dismissione oltre 50 serbatoi, previsione nuovo assetto barriera idraulica, ecc.

#### **9 – 10/2011**

Correlazione con sospensione MISO aree interne; integrazione procedimenti di bonifica; previsione chiusura definitiva 4/2012. Assoggettabilità a VIA ?

### **Stato di alterazione di acque e suolo**

Come già ricordato in precedenza, non è agevole e possibile descrivere in modo adeguato la complessa situazione dell’inquinamento ambientale prodottosi nel suolo e nelle acque sia all’interno che all’esterno

dell'area Tamoil. Una situazione tuttora intensamente monitorata e soggetta ad interventi operativi di mitigazione e/o eliminazione delle situazioni di alterazione.

In linea generale si può ricordare che l'area viene interessata da tre tipologie principali di inquinanti: gli idrocarburi, di origine evidentemente locale, i solventi organoalogenati, in quantità più modeste e, si presume, provenienti da aree a monte; altre sostanze (metalli, ammoniaca, ecc.) identificabili come inquinanti naturali tipici delle acque sotterranee cremonesi, la cui relazione eventuale con le altre sostanze di origine antropica è stata oggetto di specifica verifica (studio DISAT per Provincia di Cremona).

Una sintesi della natura e distribuzione dei prodotti principali nelle acque della falda e nel terreno è ricavabile da alcuni dei tanti documenti di analisi e valutazione prodotti da Tamoil, attraverso la società incaricata URS Italia. Si fa riferimento in particolare alla cartografia tematica prodotta per la "Caratterizzazione del sottosuolo e l'analisi di rischio" messa a punto separatamente per le aree esterne e per le aree interne alla Tamoil tra 2009 e 2011.

Si ricorda che per area esterna s'intende, di norma, la fascia di territorio compreso tra il limite sud – ovest della Tamoil, il fiume Po, il Porto Canale a ovest e la ferrovia a est. Questa area, ricavata dal fiume, come si ricorderà, non più di 50 anni fa, è utilizzata dai circoli canottieri di Cremona, nello specifico i Circoli Flora, Bissolati e Cral Tamoil.

Nella figura successiva è rappresentata la situazione dell'area Tamoil, che comprende anche il sito del deposito carburanti di via Eridano. Il flusso di falda e la sua direzione sono la causa della diffusione dell'inquinamento da idrocarburi sull'area canottieri, in particolare Canottieri Bissolati e Cral Tamoil, nonché della rilevazione di inquinanti (solventi organoalogenati) provenienti da monte nella stessa area Tamoil. Sono anche indicati tutti i punti di controllo idrogeologico e geotecnico realizzati nel tempo nell'area a scopo di monitoraggio, oltre ai punti – pozzo Tamoil preesistenti e compresa la serie di pozzi di sbarramento disposti al limite SSO del sito.

La carta riporta anche l'inviluppo delle sorgenti inquinanti interne ed esterne individuate dall'Analisi di Rischio 2009 – 2011, sia in falda superficiale, sia in falda intermedia (URS Italia).

Esternamente a questo inviluppo è definita anche una area più ampia, approssimativamente indicativa dell'area di interesse, ma non utilizzabile per individuare i contorni delle zone inquinate. Il tema è infatti tuttora oggetto di complessi controlli, che hanno portato, come già ricordato, alla installazione, nel 2007 – 2009, di una barriera idraulica che ha intercettato le acque inquinate da idrocarburi fino a circa 70 m di profondità e alla predisposizione dei Progetti di Messa in sicurezza delle aree interne ed esterne allo stabilimento (sospeso) e degli Interventi di ripristino ambientale delle aree esterne.

Per quanto riguarda l'area esterna (canottieri), si tenga presente che la figura rappresenta l'area sorgente e non l'inviluppo dei punti inquinati, che è più ampio; nei punti di controllo dell'area, interna ed esterna, l'inquinante prevalente in falda superficiale è rappresentato da idrocarburi aromatici (AdR 2009) con miscele di idrocarburi a catena media e lunga. Sono anche presenti i composti di origine probabilmente naturale e solventi provenienti da fonti a monte dell'area.

Nell'acquifero intermedio (semiconfinato) si è rilevata, nella sola area interna, la presenza di benzene in alcuni punti di controllo e "sporadiche eccedenze" di composti organici clorurati.

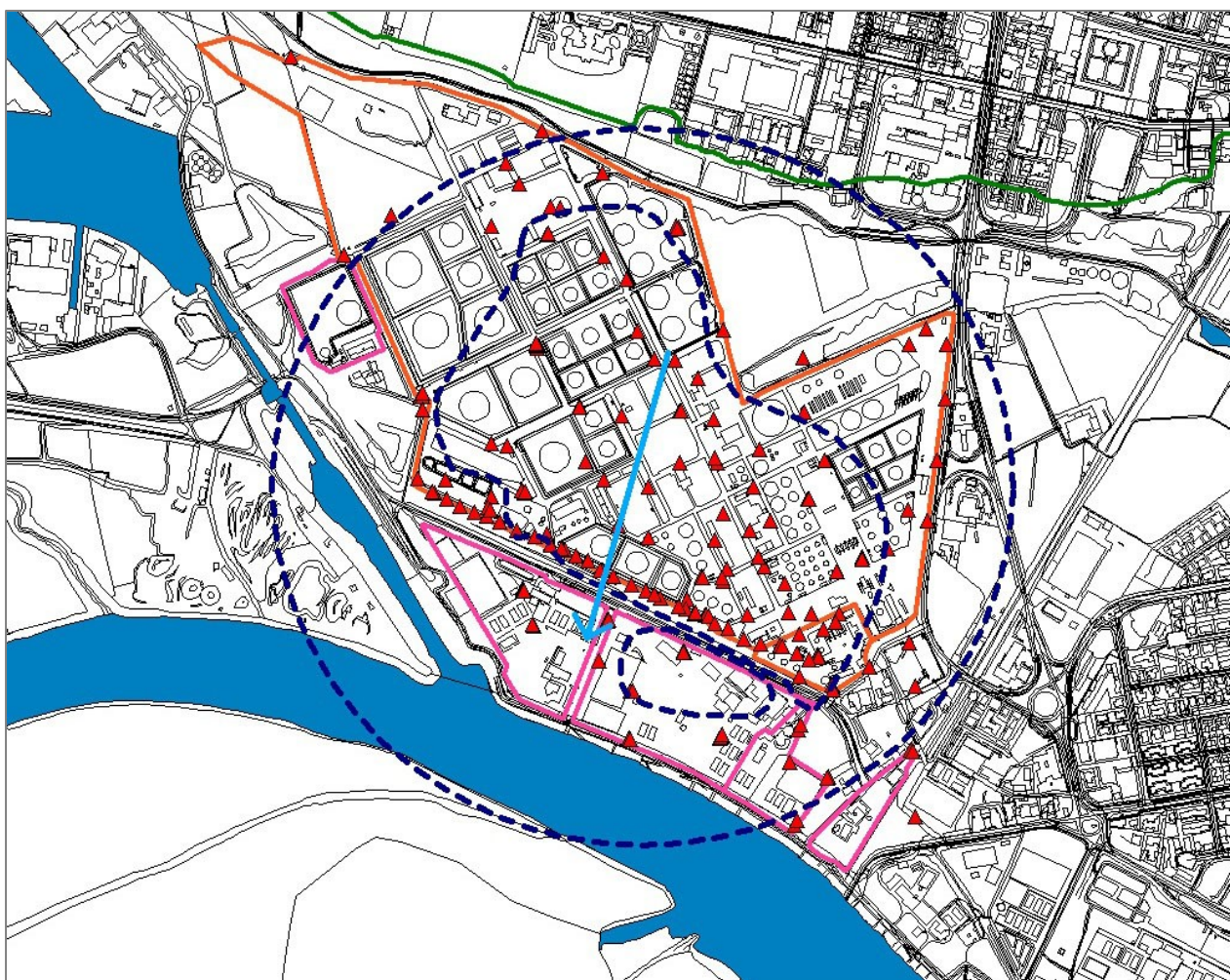


Fig. 4.24 Punti di prelievo e monitoraggio dell'area Tamoil. Area involuppo delle aree – sorgenti di inquinamento in falda freatica e semiconfinata, con indicazione della direzione di flusso

Per quanto riguarda i terreni si vedano le seguenti figure (URS Italia AdR 11/09 – modificate) che rappresentano i poligoni che hanno al centro un punto sorgente con valori analitici inferiori o superiori a quelli accettati (CSC sec. D.Lgs. 152/06 Parte IV All. 5 Tab. 1).

Sinteticamente si nota che le aree sorgente sono più frequenti nei settori centrali e meridionali dell'area aziendale, cioè in quelli di più antica formazione e attività. I superamenti più frequenti riguardano gli idrocarburi C<12 e C>12 e in misura minore BTEX (organici aromatici) e metalli (As, Cr, Hg, Ni, Cu, Zn). Le segnalazioni sono più frequenti nei terreni profondi, nella zona di oscillazione della falda, piuttosto che nel terreno superficiale.

Un aggiornamento dei dati di alterazione della falda, superficiale e intermedia, nelle aree interne ed esterne lo stabilimento, viene qui riassunta dalle stesse due figure e dalla successiva, ricavate dalle note di sintesi, datata marzo 2012, della seconda campagna di monitoraggio Arpa 2011.

Il rapporto segnala la permanenza della contaminazione da idrocarburi in vari punti, la riduzione della stessa in aree sottoposte ad intervento e, infine la segnalazione di contaminazione al limite sud delle aree esterne, in punti mai segnalati prima; il fenomeno dovrebbe essere collegato al richiamo idrico sulla falda operato dai bassi livelli idrometrici del Po.

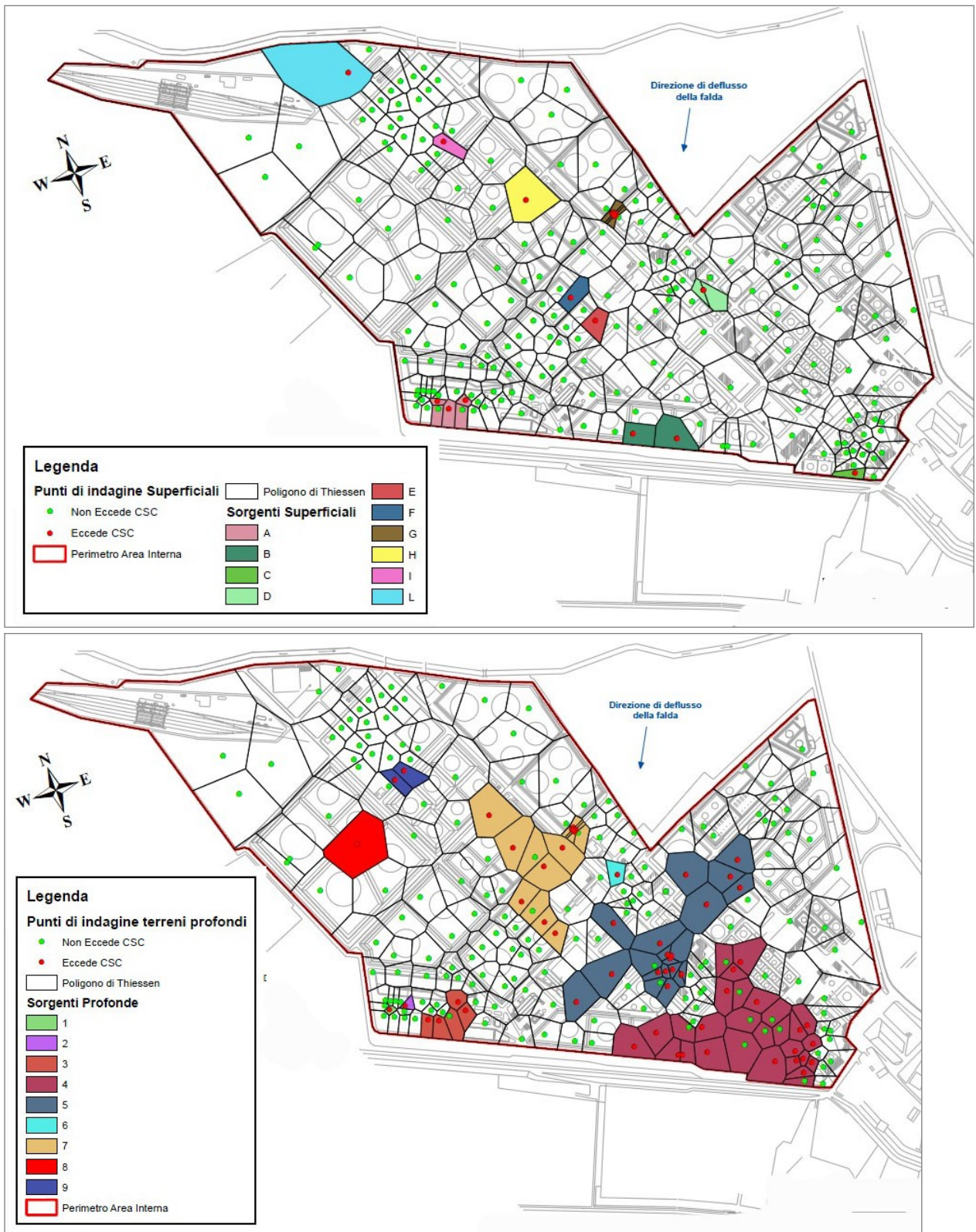


Fig. 4.25 – 26 Punti sorgente in terreni superficiali (< 1 m) e profondi (saturo e insaturo max 8 m) dell'area interna Tamoiil

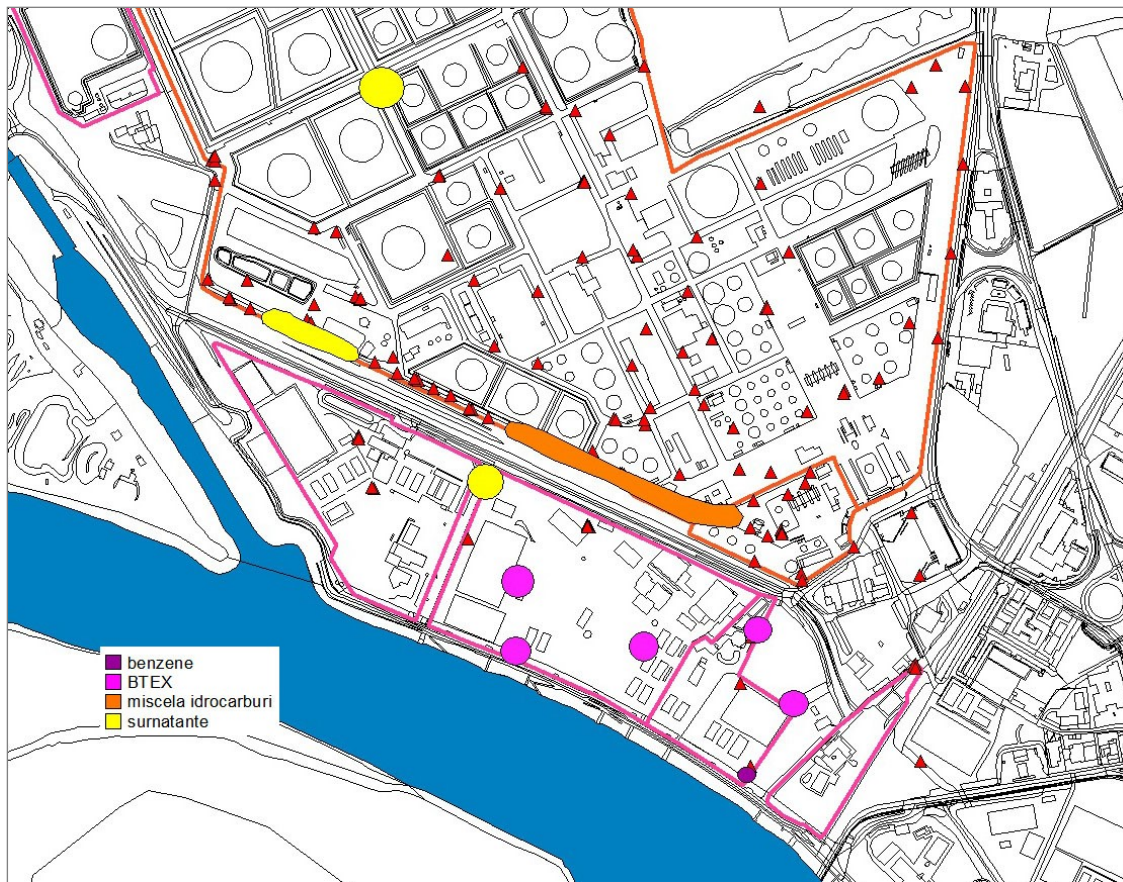


Fig. 4.27 Situazioni di alterazione sensibile in punti di controllo in falda freatica (presenza surnatante, miscela idrocarburi, BTEX) e in falda semiconfinata (benzene – alterazione lieve)

### Situazione attuale

Il testo seguente è ricavato da note fornite dall'Ufficio Ecologia del Comune, e trattano degli eventi e delle attività più recenti. Queste sono state rivolte, nel periodo successivo al 2012, sostanzialmente alla prosecuzione delle azioni di controllo e riduzione dell'inquinamento e alle attività di dismissione dell'impianto.

Contemporaneamente, però, ha avuto seguito la vicenda giudiziaria connessa alle responsabilità dell'inquinamento e si riattiva anche l'attenzione sulla situazione ambientale, per le recenti evidenze di alterazione tuttora in corso.

### **Aree interne**

#### **2013**

Tamoil trasmette al MISE, nel frattempo divenuto titolare del procedimento al posto della Regione (L.35/2012), le note tecniche riguardanti il progetto di smantellamento degli impianti di raffinazione, il nuovo assetto dell'area (deposito) e progetto di riutilizzo delle aree interessate alla dismissione (parcheggio).

Il MISE convoca la Conferenza di Servizi (7.11.2013) per il rilascio dell'autorizzazione alla dismissione degli impianti di raffineria con contestuale trasformazione in deposito. La conferenza ribadisce che il sito Tamoil, già interessato da attività di MISO (Messa In Sicurezza Operativa), non deve essere soggetto di ulteriori interventi di caratterizzazione, atteso che viene approvato nella stessa

conferenza dei servizi il progetto di riutilizzo delle aree (parcheggio) contestualmente al progetto di dismissione degli impianti.

### **2014-2016**

Le attività di MISO non vengono sospese. La MISO viene approvata definitivamente nell'aprile del 2014 e con atto dirigenziale nel Dicembre 2014.

La MISO prevede

- la continuazione dell'attività della barriera idraulica;
- il recupero del prodotto surnatante presente in falda;
- opere di pavimentazione;
- periodici monitoraggi delle matrici ambientali (acque di falda, soil-gas, aria ambiente).

Nel luglio 2016 la barriera viene integrata e resa più performante, vengono potenziate anche le attività di gestione degli impianti. I pozzi passano da 15 a 22 e il Comune approva gli interventi con D.D. di Dicembre 2016.

### **Fino ad oggi**

La società svolge costantemente rilievi presso tutti i piezometri presenti sull'area, per verificare l'andamento dei flussi della falda e conseguentemente l'andamento delle attività della barriera idraulica. Sono monitorate attraverso rilievi svolti in contraddittorio con ARPA e con cadenze annuali, semestrali e trimestrali, la falda acquifera, i soil gas, l'aria ambiente, i POC (punti di conformità). La Società Tamoil presenta due relazioni semestrali ogni anno, relative all'andamento della barriera idraulica.

## **Aree esterne**

### **2012-2015**

Tra il 2012 e il 2015 sono stati installati e messi a regime nelle aree esterne gli impianti approvati (pump and treat, SVE, MPHE ecc.) per trattare le acque di falda e i soil gas estratti dal terreno, nonché per eliminare il surnatante estratto.

Anche per le aree esterne è stato approvato un piano di monitoraggio periodico delle matrici ambientali (acque sotterranee, soil-gas, aria ambiente) nelle Soc. Canottieri e in area privata (.. È previsto il monitoraggio degli impianti di ripristino ambientale, che sono sottoposti ad attività di manutenzione e controllo periodici. Tamoil consegna report semestrali relativi al funzionamento degli impianti.

### **2019-23**

Dal 2019 è in atto una valutazione degli impianti finalizzata ad ottimizzarne l'attività per potenziare l'azione di riqualificazione delle aree che continuano a presentare criticità rispetto ad altre che mostrano un apprezzabile miglioramento della qualità delle matrici ambientali

Dal 2022 si è evidenziato il permanere di alcune situazioni di forte criticità legata alla presenza di prodotto in fase libera in un'area specifica sita all'esterno dell'attuale Deposito Tamoil, in particolare in area di proprietà Bissolati. Si tratta anche di verificare se il prodotto surnatante deriva, come sembra, da una fonte di alimentazione recente e tuttora attiva. Al riguardo sono state eseguite indagini ambientali di dettaglio ad alta risoluzione con l'obiettivo di predisporre una proposta

progettuale di intervento integrativo rispetto ai sistemi attualmente attivi (barriera idraulica) ed evidentemente non efficaci.

## Dismissione

### 2018-2021

A conclusione dell'istruttoria il Ministero dello Sviluppo Economico ha emanato il Decreto di autorizzazione alla dismissione dello stabilimento (Decreto n 17399 del 30.12.2019). Il decreto ministeriale approva il progetto di dismissione e relativo cronoprogramma, nonché il progetto di riutilizzo dell'area (parcheggio interno).

La dismissione degli impianti avviene dal 2018 al 2020. Il Comune ha istituito un apposito gruppo di lavoro (Cabina di Regia-2018). Tutto si è svolto senza problemi, concluso in novembre 2020 come comunicato nell'osservatorio del febbraio 2021.

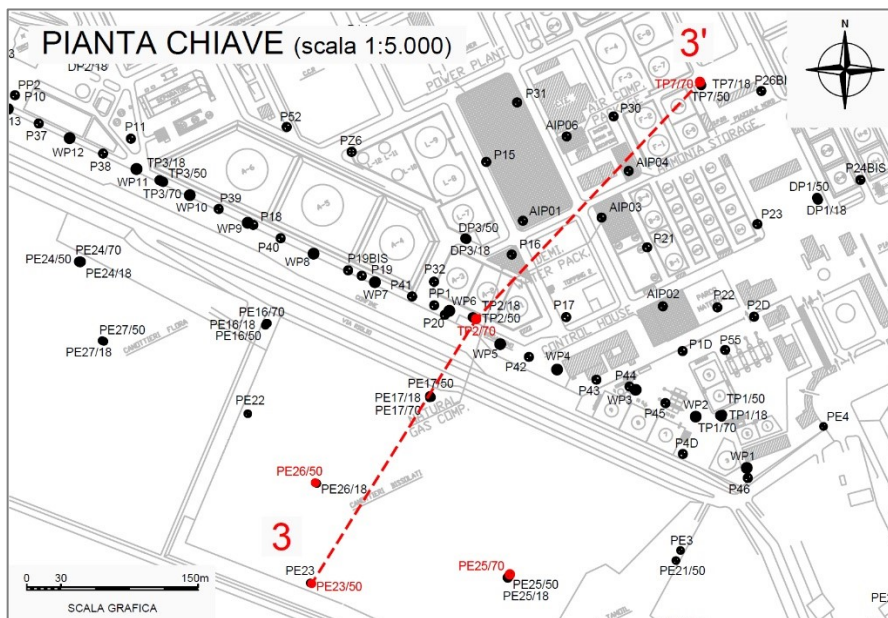


Fig.4.28

Localizzazione di sezione idrogeologica nel report URS Italia per Tamoil Raffinazione del 17/11/2019  
E' rappresentata la barriera idraulica sul lato sud dell'area Tamoil e l'area Canottieri Bissolati con i piezometri di controllo toccati dalla sezione

## Capitolo 5

### Pericolosità sismica

#### Premessa

Il presente capitolo riprende in gran parte il testo predisposto per l'aggiornamento 2017 della componente sismica del PGT, ristrutturandolo nella sequenza dei temi, riducendo decisamente la parte relativa alla storia delle indagini precedenti e alle motivazioni dell'aggiornamento 2017 della pericolosità sismica, ed anche introducendo nuovi dati ricavati da indagini sismiche puntuali eseguite negli anni più recenti.

L'esame del contesto geoidrologico, delle normative e dei dati più attuali non modifica tuttavia, in misura significativa, le valutazioni esistenti, predisposte nel 2017-18, che già recepivano le principali novità in materia, in particolare quelle riguardanti la nuova classificazione delle "zone sismiche" in Lombardia, introdotta nel 2014. Si tiene conto comunque del nuovo testo delle NTC2018 e di altre novità normative.

La carta di PSL rimane invariata nelle geometrie dei poligoni, mentre si aggiungono informazioni sull'analisi sismica di 2° livello.

L'attuale revisione conferma l'assenza di scenari di PSL Z3a corrispondenti a scarpate rocciose di dimensioni cospicue. Non è quindi chiaro perché siano registrati nel SIT regionale alcuni elementi lineari corrispondenti a tratti del bordo della valle del Po. Probabilmente sono ereditati dalla prima versione 2009 dello studio della componente sismica.

## 5.1 Evoluzione dell'analisi sismica per la pianificazione comunale

La cartografia e le norme relative alla Pericolosità Sismica Locale (PSL), sono state per la prima volta adeguate, per il territorio di Cremona, alle norme previgenti, dallo studio Politecnico di Milano 2009.

Lo studio del Politecnico definiva la geografia delle unità cartografiche a diverso comportamento sismico, e dunque a diverso tipo di prescrizione tecnica, sulla base di una propria interpretazione dei limiti geologici e idrogeologici. Questi ultimi non sono risultati sempre congruenti con i limiti delle unità geologiche definite nell'aggiornamento 2012 dello studio geologico comunale, redatto sulla base di una mole maggiore di dati e di nuove misure. Nel PGT 2012, tuttavia, non si prevedeva la revisione della pericolosità sismica della edizione 2009, che dunque è rimasta in vigore fino alla redazione della nuova versione della pericolosità sismica, datata dicembre 2017 e attualmente vigente.

Già lo studio 2009 classificava la gran parte del territorio comunale nello scenario di pericolosità sismica "Z2" (Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti: riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale), caratterizzati da effetti come "cedimenti e liquefazioni".

Settori più limitati del territorio venivano assegnati agli scenari "Z4a" (Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio – glaciali granulari e/o coesivi), che comporta "Amplificazioni litologiche e geometriche" e, su porzioni molto limitate di territorio, allo scenario Z3a (Zona di ciglio H > 10 m: scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica). Quest'ultima individuazione, peraltro, è da ritenersi non pertinente, anche alla luce della normativa al momento vigente (dgr 7374/2008), e non è stata successivamente presa più in considerazione.

Per lo scenario di PSL largamente più esteso nel territorio comunale (Z2) si prevedeva di ricorrere, secondo la normativa regionale citata, al terzo livello di approfondimento dell'indagine sismica, ma unicamente per "edifici strategici e rilevanti" di nuova costruzione, da attivare in fase di progettazione. In questi casi era richiesta la realizzazione di indagini specifiche indicate nella normativa di pericolosità sismica e riprese nelle Norme tecniche geologiche. Il 3° livello di indagine viene applicato anche negli altri due scenari individuati, Z3a e Z4a, ma unicamente quando la stima quantitativa semplificata della risposta sismica (Fattore di amplificazione Fa) abbia fornito valori, per gli stessi intervalli di moto e di tipologie edilizie, maggiori di quelli di riferimento della normativa nazionale. Inoltre la valutazione veniva prevista, anche in questo caso, per i soli "edifici strategici e rilevanti".

La figura seguente (Politecnico 2009) mostra la carta di pericolosità sismica al secondo livello con indicazioni relative agli approfondimenti di terzo livello, che chiarisce cioè quando è necessario o non necessario eseguire le indagini di livello superiore.

L'approfondimento era richiesto dunque per le aree di scenario Z2 e per le aree scenario Z3a e Z4a in cui il fattore di amplificazione Fa è risultato maggiore del valore soglia assegnato al Comune di Cremona. In Z3a e Z4a, nei soli casi in cui Fa è risultato minore di quello di riferimento, le indagini di terzo livello non sono richieste.

Le indagini, che erano state indicate come da eseguire in fase progettuale, riguardavano pertanto quasi tutte le aree comunali, fatta eccezione per il Dosso Boschetto che era indicato come esente da rischi.

Il Dosso stesso è definito da limiti non sempre certi ed evidenti, talvolta sostanzialmente modificati dall'intervento antropico, diversamente tracciati nello studio Bassi rispetto allo studio geologico attualmente vigente e confermato con il presente aggiornamento.

Le due aree di scenario Z3a e Z4a, a sud – est ed ovest della città, risultavano invece coincidenti con porzioni delle zone di margine terrazzo di Bassi, dove si riconosce anche una soggiacenza di falda superiore a 4 m. Le due aree venivano anche troncate al limite dell'edificato, perché quest'ultimo veniva prudenzialmente declassato allo scenario Z2

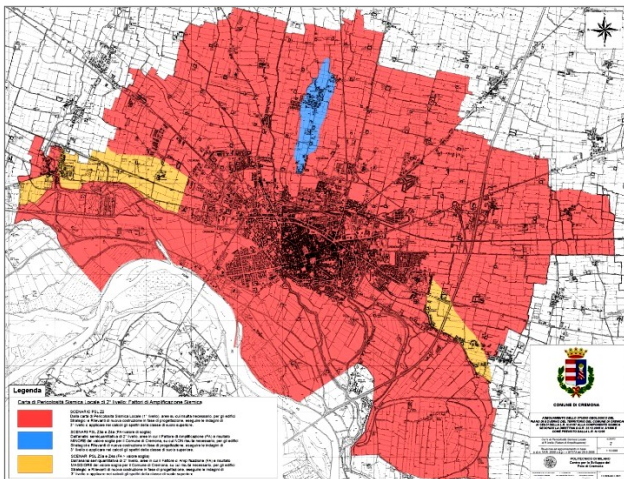





Fig.5.1 PSL 2009 (Politecnico Milano)

Carta di Pericolosità Sismica Locale di 2° livello: Fattori di Amplificazione Sismica

	<p><b>SCENARIO PSL Z2</b> Dalla carta di Pericolosità Sismica Locale (1° livello), aree su cui risulta necessario, per gli edifici Strategici e Rilevanti di nuova costruzione in fase di progettazione, eseguire le indagini di 3° livello o applicare nei calcoli gli spettri della classe di suolo superiore.</p>
	<p><b>SCENARI PSL Z3a e Z4a (FA &lt; valore di soglia)</b> Dall'analisi semiquantitativa di 2° livello, aree in cui il Fattore di Amplificazione (FA) è risultato MINORE del valore soglia per il Comune di Cremona, su cui NON risulta necessario, per gli edifici Strategici e Rilevanti di nuova costruzione in fase di progettazione, eseguire le indagini di 3° livello o applicare nei calcoli gli spettri della classe di suolo superiore.</p>
	<p><b>SCENARI PSL Z3a e Z4a (FA &gt; valore di soglia)</b> Dall'analisi semiquantitativa di 2° livello, aree in cui il Fattore di Amplificazione (FA) è risultato MAGGIORE del valore soglia per il Comune di Cremona, su cui risulta necessario, per gli edifici Strategici e Rilevanti di nuova costruzione in fase di progettazione, eseguire le indagini di 3° livello o applicare nei calcoli gli spettri della classe di suolo superiore.</p>

Con le verifiche successive venivano modificate le interpretazioni dei limiti geologici e riconsiderato il significato dei valori di soggiacenza freatica (parametri non stabili nel tempo e variamente interpretabili).

Inoltre si poteva prevedere un ulteriore approfondimento delle interpretazioni sulla base dei dati geotecnici raccolti e nel frattempo resi disponibili.

Infine, ulteriori verifiche si sono rese necessarie riguardo all'adeguatezza della carta di PSL e delle valutazioni correlate, sia in accordo con la normativa di applicazione agli studi geologici per i PGT della LR 12/2005 (DGR 2616/2011), tuttora vigente, sia soprattutto a causa della intervenuta nuova classificazione sismica dei comuni lombardi (DGR n.X/2129 del 11 luglio 2014 "Aggiornamento delle zone sismiche in Lombardia").

Con la modifica della classificazione delle zone sismiche, tutta l'area centro-orientale della Lombardia ricade nelle zone 3 e 4, con il territorio di Cremona attribuito alla Zona 3 anziché 4, come in precedenza.

La principale conseguenza delle novità tecnico-normative è la variazione dei valori di accelerazione massima (AGMAX) da utilizzare nelle elaborazioni previste all'Allegato 5 della DGR 2616/2011 e i diversi criteri di applicazione dell'analisi di 2° livello, come definita dallo stesso All.5.



Serie Ordinaria n. 29 - Mercoledì 16 luglio 2014

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03019036	CR	CREMONA	3	0,08381

Come ricordato, nel caso previgente, infatti, la valutazione di 2° livello di approfondimento della analisi sismica risultava da effettuare per gli scenari Z3 (amplificazioni topografiche), e Z4 (amplificazioni litologiche e geometriche), in fase di progettazione e nei soli casi di “edifici strategici e rilevanti” (d.d.u.o. n.19904/2003). Nella Zone 3 della classificazione sismica, invece, si verifica che nelle aree soggette ad amplificazione sismica (scenari Z3 e Z4 dell’All.5 DGR 2616/2011), la stima dei fattori locali di amplificazione (Fa) e il confronto di questi con i valori soglia della normativa antisismica da applicarsi ai progetti di opere (2° livello della analisi), sono da effettuarsi in tutti i casi di interferenza con “l’urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica” (DGR 2616/2011 Parte 1 paragrafo 1.4.3 “2° livello”). L’eventuale inadeguatezza dei parametri ricavati dalla normativa a tenere conto della amplificazione del segnale locale, comporta l’introduzione automatica di maggiori cautele in sede di progetto.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tab.5.1 Scenari di PSL secondo la DGR 2616/2011

Riguardo alla interpretazione del testo della DGR 2616/2011 relativamente alle “aree urbanizzate e/o di espansione urbanistica”, si veda anche quanto indicato nella “Sintesi delle procedure” (Parte 1 par. 1.4.4), che cioè non sono sottoposte a valutazione le aree già inedificabili. La norma intende escludere le aree non trasformabili per una classificazione negativa di fattibilità geologica conseguente alla presenza di fattori di pericolosità/ vulnerabilità che determinano “gravi limitazioni”.

## 5.2 Aggiornamenti 2017 e 2023

Considerato quanto sopra e le premesse normative intervenute con le citate d.g.r. 2616/2011 e 2919/2014, sono state definiti i necessari aggiornamenti/modifiche alla definizione della Pericolosità Sismica Locale e alle ricadute di questa sulla Fattibilità geologica.

Questi aggiornamenti hanno riguardato la revisione della carta della Pericolosità sismica locale (PSL – 1° livello) sulla base della nuova cartografia geologica e di nuovi dati piezometrici e geotecnici (soprattutto per la ridefinizione delle aree di scenario Z2 (aree con cedimenti e liquefazioni).

Come accennato, è stata esclusa l'identificazione di scenari Z3, poiché non sono presenti scarpate in roccia o con nucleo in roccia, o comunque costituite da materiale con  $V_s > 800$  m/s (d.g.r. 2616/2011 All.5 par.2.1.1.1).

Inoltre è stata rivista la definizione delle aree urbanizzate e urbanizzabili negli scenari Z4, che non siano classificate anche come Z2 o siano classificate in "Z2 condizionato" alle verifiche puntuali. Lo stesso per il calcolo semiquantitativo degli effetti di amplificazione sismica, in parte utilizzando quanto già elaborato nel precedente studio della componente sismica.

Infine, si è effettuata la verifica, per le sole aree di amplificazione litologica Z4 (urbanizzate o urbanizzabili e non classificate Z2), della esistenza di dati stratigrafici e geofisici utili alla valutazione della amplificazione sismica tramite caratterizzazione delle  $V_{s30}$  (velocità onde S a 30 m di profondità) ed esecuzione di misure integrative sperimentali. Queste misure sono state eseguite nel 2017 in cinque aree di specifico interesse, tramite sismica attiva (stendimenti MASW). La procedura ha previsto poi la redazione della nuova carta finale delle zone di diversa pericolosità sismica (Carta di PSL) e dei livelli di indagine richiesti, ed infine la verifica dei valori di amplificazione sismica. Fa rispetto alle soglie regionali.

Naturalmente si sono aggiornate le Norme di Fattibilità Geologica per la componente sismica, considerata la riclassificazione del territorio comunale in zona sismica 3 e le nuove prescrizioni relative, tra l'altro, alle indagini puntuali da effettuarsi in sede di progetto nelle zone Z2 "condionate", proprio per la verifica, caso per caso, della necessità dell'eventuale applicazione del III livello di approfondimento sismico;

Rispetto allo stato di aggiornamento della documentazione sismica completato nel 2017-18, nella presente edizione dello studio geologico, si sono introdotte alcune ulteriori verifiche su nuovi dati disponibili; verifiche parziali che verranno segnalate puntualmente nel seguito. Esse riguardano sostanzialmente:

- ✓ la sezione normativa
- ✓ i dati geologici di base ricavati dagli aggiornamenti del tema specifico (Cap.1, Tav 1)
- ✓ i dati idrogeologici (Cap.3)
- ✓ la disponibilità di nuove indagini sismiche puntuali

Sulla base di queste informazioni, e tenuto conto di quelle pregresse, dal 2009 ad oggi, si dispone di un quadro della componente sismica del PGT definita al primo e al secondo livello di approfondimento, secondo quanto disposto dall'Allegato 5 della d.g.r. 2616/2011.

### 5.3 Riferimenti normativi per la classificazione sismica

Il territorio comunale di Cremona, come tutto il territorio nazionale, è interessato da fenomeni sismici e pertanto è soggetto alla specifica normativa regionale (in fase di pianificazione) e nazionale (in fase di progetto).

Di seguito si specificano le modalità di applicazione della normativa vigente in materia.

Le azioni sismiche attese in un certo sito si prevedono, su base probabilistica, tramite la pericolosità sismica che è funzione delle caratteristiche di sismicità regionali e del potenziale sismogenetico delle sorgenti sismiche; la valutazione della pericolosità sismica porta poi alla valutazione del rischio sismico di un sito in termini di danni attesi a cose e persone, come prodotto degli effetti di un evento sismico.

La pericolosità sismica valutata all'interno di un sito deve essere stimata come accelerazione orizzontale massima al suolo in un dato periodo di tempo, definendo i requisiti progettuali antisismici per le nuove costruzioni nel sito stesso.

#### 5.3.1 Normativa nazionale

##### OPCM 20 marzo 2003

Sulla base del documento “*Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale*”, elaborato dal Gruppo di Lavoro costituito dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi (23 aprile 1997) e successive precisazioni, sono state individuate in tutto il territorio nazionale 4 zone sismiche, secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. La valutazione di  $a_g$  è stata calcolata con metodologie internazionali aggiornate periodicamente con procedure trasparenti e riproducibili.

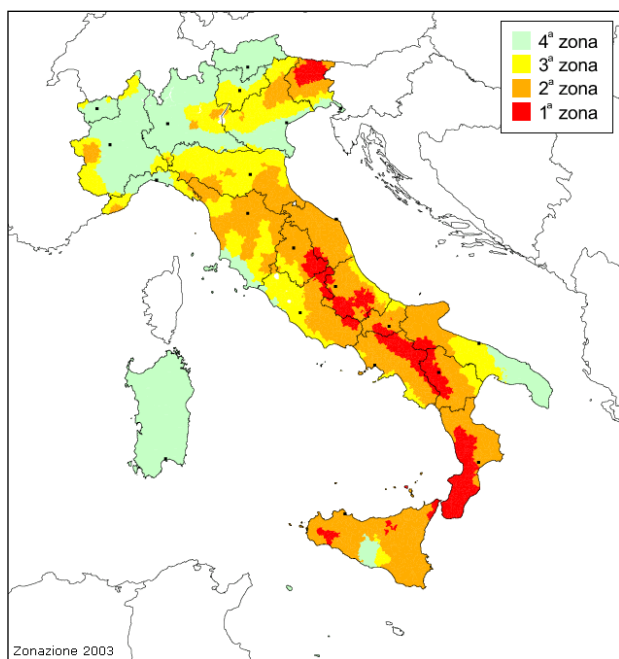


Fig. 5.2  
Classificazione sismica 2003

La zonizzazione sismica dell'intero territorio nazionale è stata effettuata secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/03 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8/05/03 Supplemento Ordinario n. 72: “Primi elementi in materia di criteri generali per la

classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica". Costituiscono parte integrante dell'ordinanza:

- Allegato 1 - *Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*
- Allegato 2 - *Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici*
- Allegato 3 - *Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti*
- Allegato 4 - *Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazioni e di sostegno dei terreni.*

Secondo questa zonizzazione (vedasi figura di seguito riportata) il comune di Cremona si troverebbe in **zona 4** (colore verde), cioè nella zona, tra quelle individuate, di minor rischio sismico.

### OPCM 28 aprile 2006

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/06 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'11/05/06 Serie Generale Anno 147° - n. 108 (*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*) adotta come riferimento ufficiale una nuova mappa di pericolosità sismica e definisce i criteri generali per la classificazione delle zone sismiche. Costituiscono parte integrante dell'ordinanza:

- *Allegato 1A - Criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*
- *Allegato 1B - Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale.*

La mappa della figura seguente rappresenta graficamente la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (ag), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi caratterizzati da VS30 > 800 m/s.

Secondo questa mappa il territorio comunale di Cremona risulta caratterizzato da un valore di ag classificabile come zona sismica 3 (color azzurro e verde). Effettivamente il valore di ag risulta compreso tra 0.05 e 0.15 g (si veda Allegato 1A della OPCM 3519/2006), sulla base del quale il comune di Cremona **ricade in zona 3**.

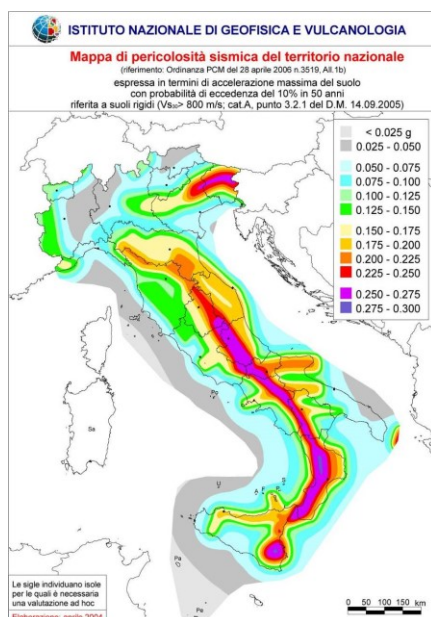


Fig. 5.3  
Nuova mappa pericolosità sismica 2006

### D.M. 17 gennaio 2018

La progettazione antisismica in Italia è regolata dal D.M. 17/01/18 per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici.

Le Norme tecniche per la costruzione sono state approvate con il decreto MIT del 17 gennaio 2018, pubblicate sulla Serie Generale n. 42 del 20-2-2018.

Le istruzioni per l'applicazione delle aggiornate "Norme tecniche per le costruzioni" sono state emanate con la Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

### 5.3.2 Normativa regionale

La Regione Lombardia con DGR. 11 luglio 2014 n. X/2129 Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (LR 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d) e pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione in data 16 luglio 2014, ha provveduto alla nuova classificazione sismica dei comuni della Regione Lombardia così come previsto dall'ordinanza O.P.C.M. 3519/06 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

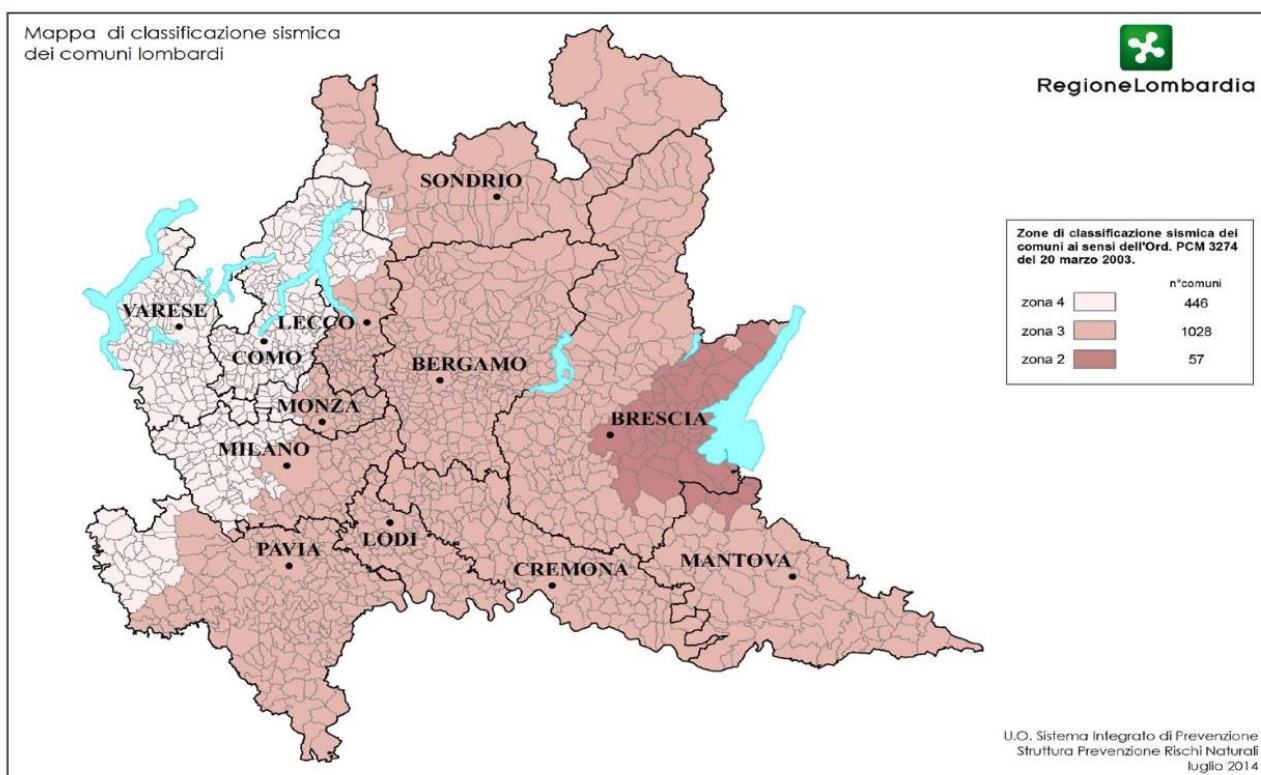


Fig. 5.4 Aggiornamento zone sismiche Regione Lombardia

La Regione Lombardia con D.G.R. 10 ottobre 2014 – n. X/2489 – *Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con d.g.r. 11 luglio 2014, n. 2129* «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (LR 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)» – ha deliberato di differire al 14 ottobre 2015 il termine dell'entrata in vigore della DGR. 21 luglio 2014, n.2129.

La Regione Lombardia ha inoltre deliberato di disporre che nelle more dell'entrata in vigore della nuova classificazione sismica, nei Comuni che saranno riclassificati dalla Zona 4 alla Zona 3 e dalla

Zona 3 alla Zona 2, tutti i progetti delle strutture riguardanti nuove costruzioni (pubbliche e private) siano redatti in linea con le norme tecniche vigenti, rispettivamente, nelle Zone 3 e 2.

La Regione Lombardia con DGR. 8 ottobre 2015 – n. X/4149 – *Ulteriore differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con DGR 11 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (LR 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»* – ha ulteriormente deliberato di differire al 10 aprile 2016 il termine dell'entrata in vigore della DGR. 21 luglio 2014, n.2129.

Secondo la nuova classificazione il comune di Cremona si trova in zona 3 caratterizzata da una  $a_{max}$  pari a 0,08381 g.

#### DGR. n. 14964 del 7 novembre 2003

La Regione Lombardia con D.G.R. n. 14964 del 7/11/03 prende atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata ordinanza 3274/03 ed impone l'obbligo della progettazione antisismica per i comuni che ricadono in zona 2, zona 3 ed in zona 4 esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti, così come individuati dal D.D.U.O. n. 19904 del 21/11/03.

#### DGR. n. IX/2616 del 30 novembre 2011

Per l'analisi della pericolosità sismica in territorio comunale di Cremona si è fatto riferimento all'Allegato 5 (*Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio*) della DGR. n. IX/2616 30/11/2011 pubblicata sul Bollettino Ufficiale del 19/01/2010 Serie Ordinaria "Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con DGR 28/5/2008 n.8/7374"

Tale allegato illustra la metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale che prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

- 1° livello, riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche sia di dati esistenti
- 2° livello, caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima di risposta sismica nei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa)
- 3° livello, definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite.

## **5.4 Aggiornamento delle conoscenze geologiche**

Lo studio vigente della componente geologica idrogeologica e sismica del PGT (2012) ha modificato lo stato delle conoscenze geologiche disponibili in precedenza, con efficacia anche sulla definizione della pericolosità sismica.

In questo paragrafo vengono sinteticamente illustrate le principali variazioni/aggiornamenti della interpretazione geologica e idrogeologica del territorio comunale già intervenuti con l'approvazione dello studio 2012, e segnalati i principali effetti che queste variazioni hanno

prodotto sulla interpretazione del tema in oggetto. Ad essi si è aggiunta la raccolta di nuovi dati, non disponibili in precedenza (paragrafo 5), e la esecuzione di nuove indagini dirette (paragrafo 6).

I dati necessari all'aggiornamento dell'analisi della Pericolosità Sismica Locale riguardano, come visto al precedente capitolo 2:

- limiti, estensione e caratteristiche delle unità geologiche, ai fini della loro attribuzione, con valutazioni da integrare con dati derivati da indagini tecniche, ad uno degli scenari di pericolosità sismica di cui alla precedente tabella;
- profondità da piano campagna e caratteri della/e falda/e sotterranee, considerato il rilievo che questi dati rivestono per l'attribuzione delle aree ad uno scenario di PSL e la valutazione degli effetti come la liquefazione e le instabilità.

### 5.4.1 Geologia

Riguardo al primo tema si vedano le tavole relative alla Geomorfologia (con elementi di geopedologia) e alla Prima caratterizzazione geotecnica di G. Bassi per il PGT 2009.

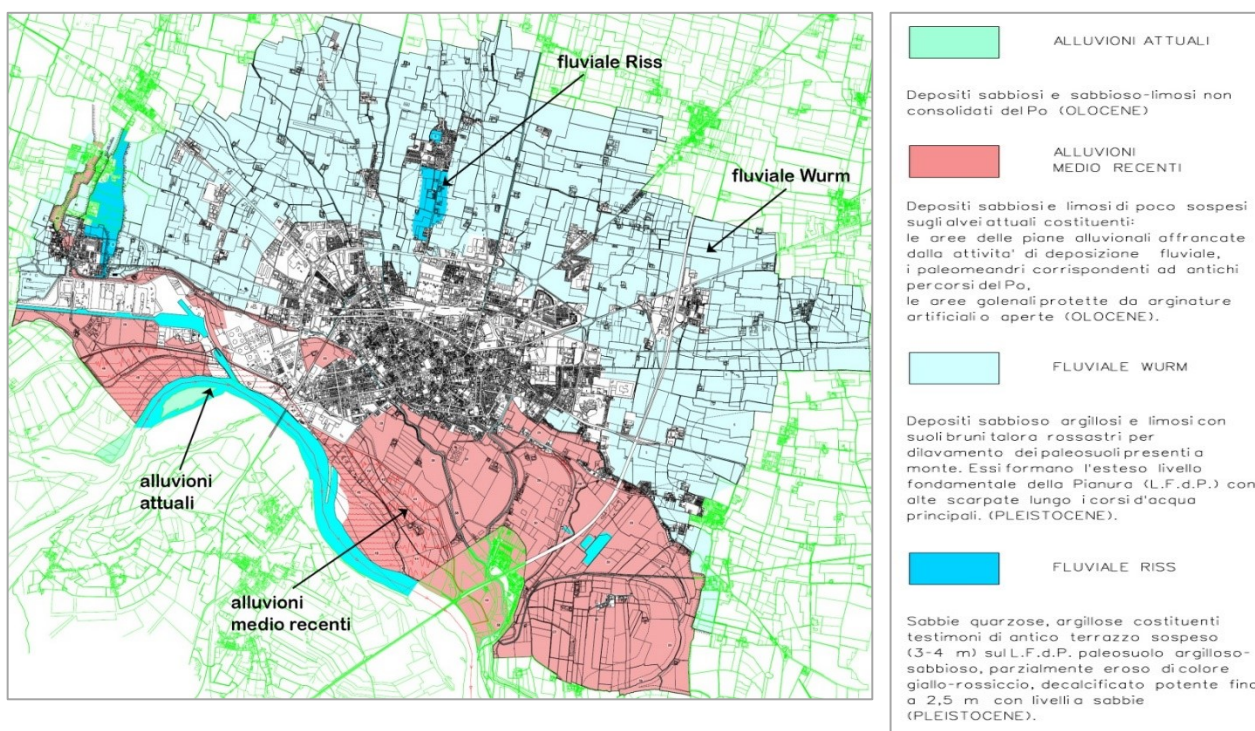


Fig. 5.5 Carta geomorfologica con elementi geopedologici (qui non descritti)

La carta geomorfologica sopra riprodotta e qui descritta nelle sole componenti geologiche generali, non caratterizza le aree edificate della città e dell'area portuale. Descrive invece le superfici principali non edificate associandole ad unità classiche della cronostratigrafia del Quaternario, individuabili sia per caratteri litologico/granulometrici, che per morfologia dei corpi geologici rappresentativi. Sono descritte anche con riferimenti allo stato di attività e ai suoli caratteristici.

La successiva Carta di Caratterizzazione geotecnica introduce alcune specifiche, soprattutto nell'area esterna alla valle del Po, sulla base di caratteri idrogeologici e geotecnici, prevalentemente. Viene segnalata una seconda area di dosso (Migliaro) e una fascia di margine del terrazzo della

pianura. Le due carte vanno dunque utilizzate in modo integrato, cose che consente anche di definire la natura geologica di prima approssimazione delle zone urbanizzate.

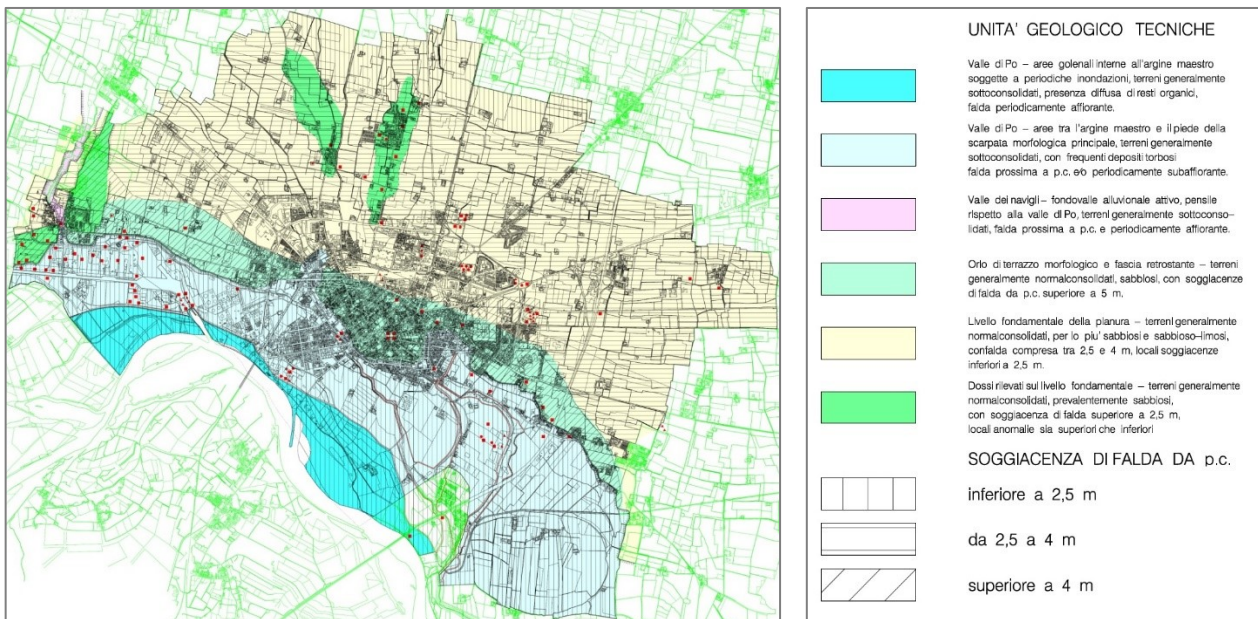


Fig. 5.6 Carta di caratterizzazione geotecnica di G. Bassi 2009

La tavola 2.10 della cartografia geologica del 2012 riprende alcuni temi precedenti e ne dettaglia diversi altri, proponendo un tentativo di classificazione lito-granulometrica del sottosuolo delle superfici di pianura, una scomposizione delle aree di margine, su base geomorfologica e storica, e una partizione maggiore delle aree di valle del Po e Morbasco. Un particolare dettaglio è effettivamente dedicato ai piccoli lembi di superfici di transizione, a ridosso del bordo della scarpata che separa le superfici della pianura da quella di valle; peraltro con non poche difficoltà interpretative connesse alle forti trasformazioni antropiche, con presenza di superfici naturali degradate o cancellate e di superfici di neoformazione artificiale, nonché alla naturale morfologia rilevata del centro storico della città.

Infine sono diversamente o meglio definiti molti limiti morfologici e geomorfologici, in particolare quelli dei dossi di pianura e del margine di valle.

Tutte le interpretazioni derivano da interpretazione fotostereoscopica, controlli diretti, elaborazioni su base dtm e verifica di una notevole mole di dati di suolo e sottosuolo, appositamente raccolti negli archivi comunali e presso soggetti pubblici e professionisti; ed anche ampiamente ereditati da vari studi precedenti, compreso lo studio Bassi 2008.

La carta delle unità di paesaggio geologico-geomorfologico è stata ulteriormente verificata sulla base di dati anche successivi al 2017, raccolti e valutati per la presente edizione dello studio geologico per obiettivi multipli, ed è stata considerata anche per la presente terza edizione della cartografia di pericolosità sismica locale.

La mappa delle geometrie geologico-geomorfologiche costituisce la struttura geografica su cui si inseriscono e si appoggiano le informazioni relative alla pericolosità sismica e alle valutazioni relative

ai fattori di amplificazione; anche a partire dalla loro caratterizzazione in chiave di caratteri tecnici geologici (Cap.4).

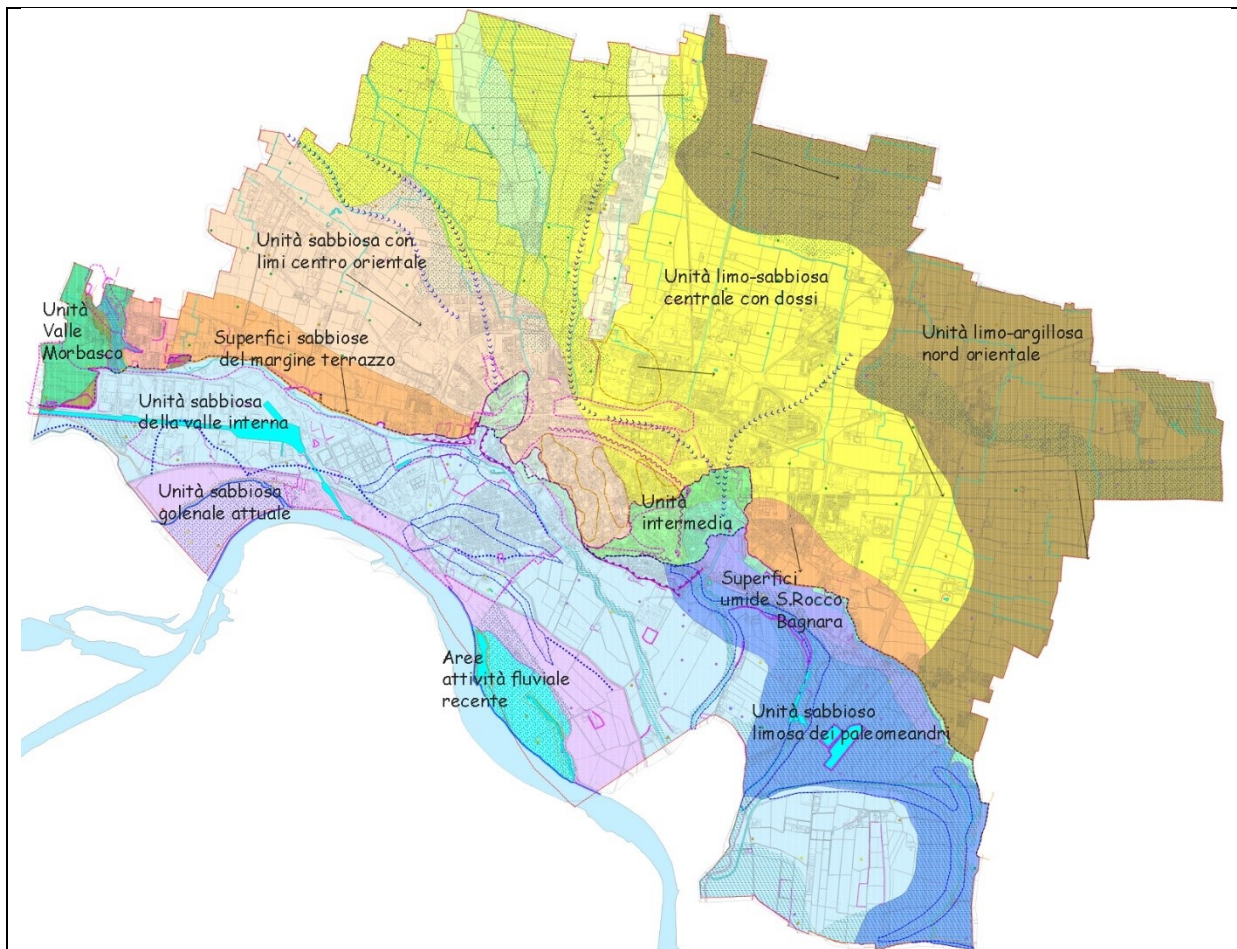


Fig.5.7 Carta geologico-geomorfologica con indicazione delle sole unità principali

#### 5.4.2 Idrogeologia

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, lo studio REA per la Variante 2012 ha incrementato fortemente i dati disponibili, sulla base di molti controlli e misure diretti, ed ha aggiornato e dettagliato la morfologia della superficie freatica.

La metodologia adottata per questo scopo, consente infatti di effettuare una valutazione puntuale e realistica dei valori di soggiacenza della falda, utilizzando uno strato quote molto ricco di dati.

La mappa della figura seguente (vedere Tav.3) consente di dettagliare 8 intervalli di soggiacenza, in alcuni casi parzialmente sovrapponibili. Sono presenti situazioni con falda molto superficiale (tra 0 e 1 m e tra 1 e 2 m) e con falda più profonda di 7 m. Alcune di queste situazioni, cioè con falda oltre 5 m di profondità possono trovarsi anche in valle Po, soprattutto nelle aree che subiscono i maggiori effetti di drenaggio da parte dell'alveo fluviale. E' evidente, peraltro, che ciò capita in condizioni di regime idrologico ordinario o di magra del fiume, ma non nei casi di piena. Anche sulle superfici della pianura si sono evidenziate particolarità interessanti della situazione piezometrica. Tra queste, il prolungamento verso sud delle aree con bassissima soggiacenza, con origine nella porzione più nord-occidentale del territorio comunale.

Non è possibile oggi disporre di un rilievo freaticometrico parimenti dettagliato e l'informazione relativa alla presenza di acqua di falda nel sottosuolo alle modeste profondità, tipiche di Cremona, è affidata ai dati provenienti da vari, ma relativamente pochi, punti di monitoraggio gestiti da vari enti. Si veda quanto descritto al precedente Capitolo 3 Idrogeologia.

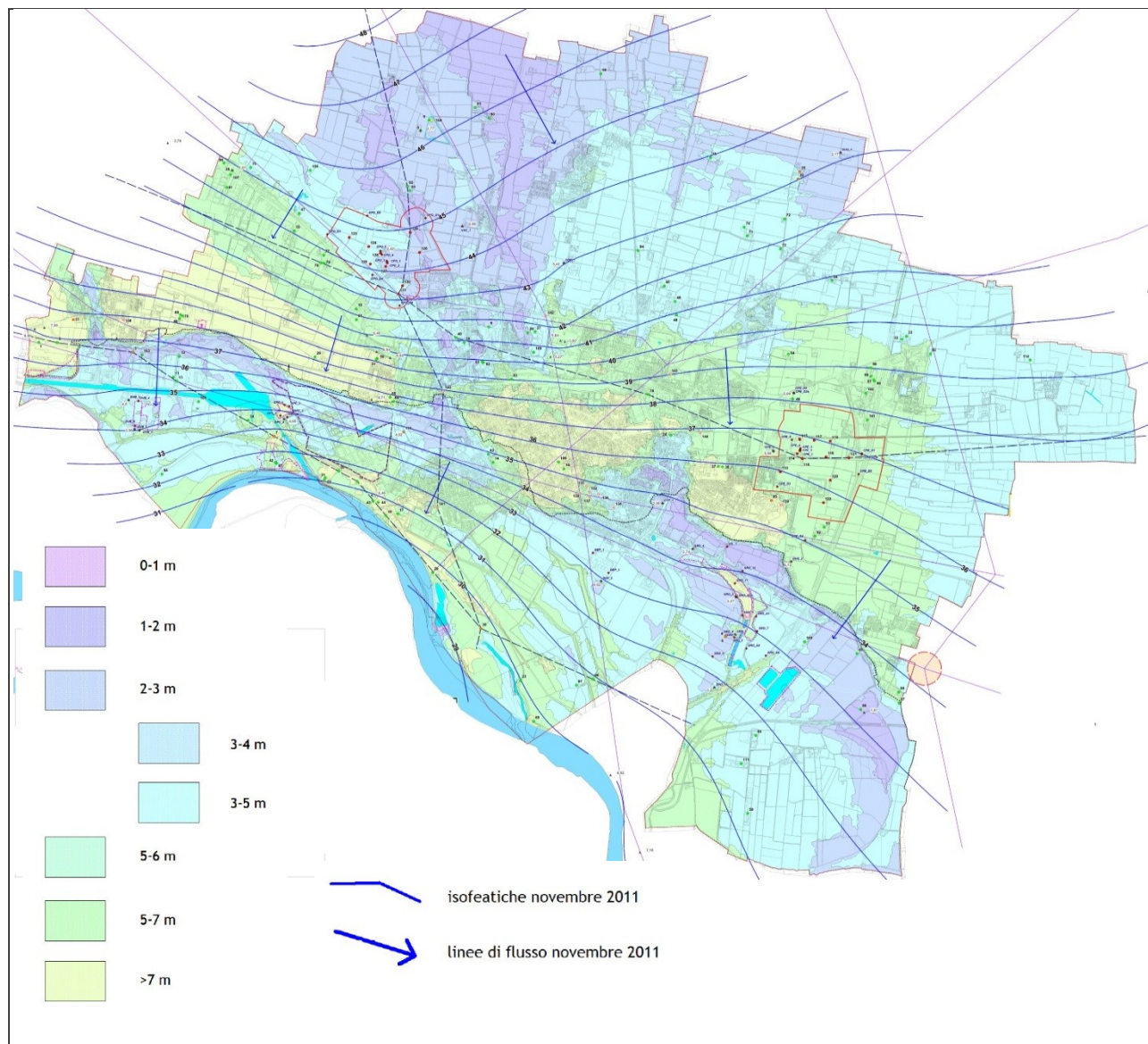


Fig. 5.8 Carta idrogeologica con isofreatiche e soggiacenza al novembre 2011

In questa sede ci si può limitare a richiamare che i dati di verifica raccolti nel 2017, quelli reperiti alla data attuale, nonché i grafici delle oscillazioni freatiche rilevate in piezometri di controllo (ARPA, Padania Acque...) indicano che dopo una fase di modesta variazione, successiva al 2008-2011, si è ora in presenza di più significative riduzioni dei livelli piezometrici. Il fenomeno è del resto piuttosto prevedibile, visti gli andamenti climatici degli ultimi anni.

In questo contesto, anche per le relazioni con la pericolosità sismica, si è ritenuto opportuno continuare a fare riferimento alle più conservative rilevazioni dettagliate della falda freatica del 2011.

## 5.5 Analisi di primo livello: la carta di Pericolosità Sismica Locale

La normativa di Regione Lombardia (DGR IX/2616 del 30/11/2011) individua 14 scenari di Pericolosità Sismica Locale in funzione della tipologia di terreno, di evidenze morfologiche e dei rapporti terreno/falda, a cui corrispondono effetti diversi.

Partendo dalla classificazione geologica e geotecnica dei terreni, sono stati quindi attribuiti gli scenari di PSL, anche in funzione della profondità della falda; il territorio infatti presenta frequentemente terreni granulari fini, che, se saturi, fanno supporre la presenza di uno scenario Z2b, per il quale sono previsti effetti di liquefazione, come peraltro riscontrato nella vicina area mantovana per l'evento sismico della primavera 2012.

Per il contesto cremonese si è scelto di individuare le aree con soggiacenza interferente con fondazioni poste a profondità indicativamente corrispondenti ad un piano interrato; considerando le oscillazioni stagionali della falda, il territorio è stato diviso in aree a soggiacenza maggiore o minore di 5 m. Nel primo caso lo scenario attribuito è lo Z4a (Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi), nel secondo si è optato per lo Z2b (Zona con depositi granulari fini saturi).

E' stato inoltre attribuito lo scenario Z2a ad aree con falda prossima alla superficie e riporti o terreni compressibili o con caratteri geotecnici scadenti

Nella Carta di PSL i limiti delle due classi di soggiacenza utilizzate sono stati adattati, dove possibile, ai limiti geomorfologici o di classe di fattibilità, al fine di semplificare la lettura della carta; si ritiene che questa operazione non introduca significativi elementi di errore dato che naturalmente la soggiacenza è soggetta ad oscillazioni stagionali della superficie freatica.

In alcuni casi, data la coesistenza di più fattori, è stato necessario indicare uno scenario di PSL secondario, che potrebbe generare effetti differenti in presenza di sollecitazioni sismiche.

Lo schema seguente riporta gli scenari individuati.

SCENARIO PSL PRINCIPALE	SCENARIO PSL SECONDARIO	DESCRIZIONE	EFFETTI PSL PRINCIPALE	EFFETTI PSL SECONDARIO	LIVELLO DI APPROFONDIMENTO RICHIESTO
Z2a		Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti	cedimenti		3
Z2a	Z2b	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti / Zone con depositi granulari fini saturi	cedimenti	liquefazioni	3
Z2a	Z4a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti / Zona di pianura con prevalenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi	cedimenti	amplificazioni litologiche e geometriche	3 (2)

Z2b		Zone con depositi granulari fini saturi	liquefazioni		3
Z2b	Z2a	Zone con depositi granulari fini saturi / Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti	liquefazioni	cedimenti	3
Z2b	Z4a	Zone con depositi granulari fini saturi / Zona di pianura con prevalenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi	liquefazioni	amplificazioni litologiche e geometriche	3 (2)
Z4a		Zona di pianura con prevalenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi	amplificazioni litologiche e geometriche		2
Z4a	Z2a	Zona di pianura con prevalenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi / Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti	amplificazioni litologiche e geometriche	cedimenti	2 (3)
Z4a	Z2b	Zona di pianura con prevalenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi / Zone con depositi granulari fini saturi	amplificazioni litologiche e geometriche	liquefazioni	2 (3)

Tab. 5.2 Schema degli scenari di PSL individuati

La figura (da Tav.5) riporta la distribuzione dei differenti scenari di PSL.

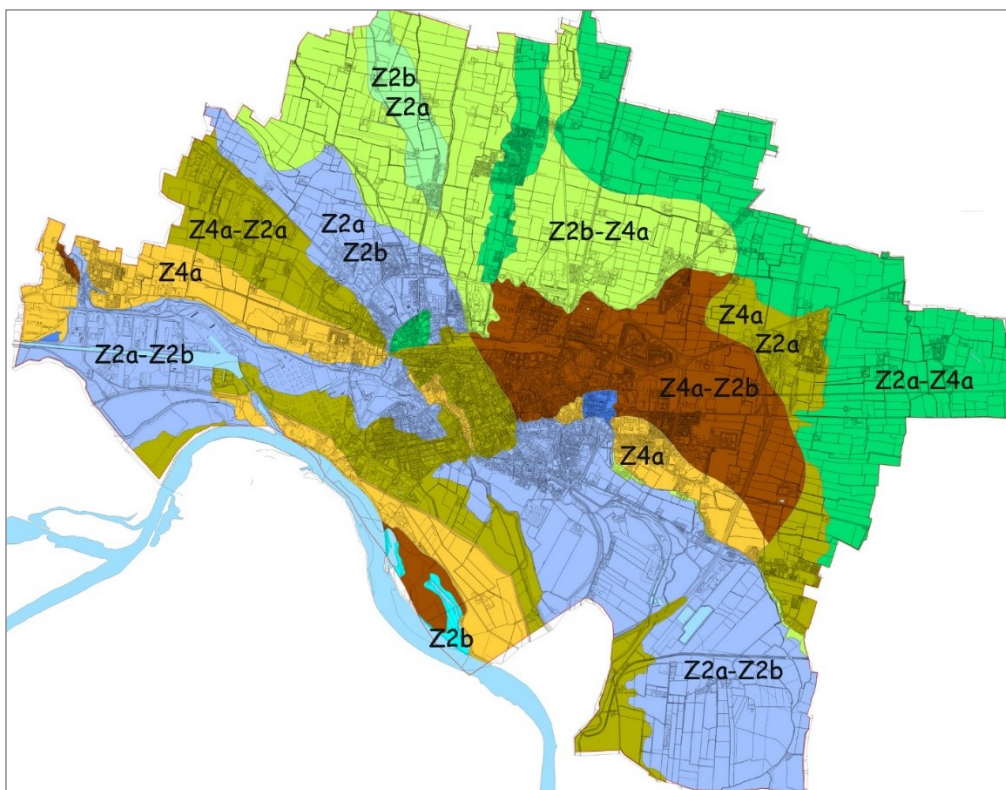


Fig.5.9

Carta di  
Pericolosità  
Sismica Locale

Riguardo al rischio “liquefazione” si può ricordare che esso viene considerato un fenomeno più che possibile nelle aree della Valle Po e su gran parte delle aree della pianura sovrastante dallo Studio Politecnico 2009, in ragione della granulometria dei sedimenti, del basso consolidamento e della falda poco profonda. Le sole aree che potrebbero esserne escluse sono i margini del terrazzo

della pianura e i dossi più antichi, per il maggiore consolidamento dei sedimenti e la maggiore profondità della falda freatica.

Da sottolineare anche che è noto almeno un episodio recente di liquefazione verificatosi in più eventi successivi attorno al 2005-07 a fianco della vecchia discarica di San Rocco, con cedimento del terreno e danneggiamento di una condotta fognaria.

Anche con la valutazione 2017, e il presente aggiornamento, la gran parte del territorio rimane assegnata, come sopra descritto, allo scenario di PSL Z2b, ed anche allo Z2a. Le ragioni sono quelle sopra e in precedenza elencate, unite ad una forte variabilità verticale, con presenza di livelli da prevalentemente sabbiosi a prevalentemente argillosi, e un incremento dei caratteri geotecnici positivi spesso molto graduale o anche poco rilevabile.

Nonostante ciò, è opportuno qui richiamare gli esiti delle valutazioni specifiche effettuate da vari professionisti nel corso delle indagini geologiche per la progettazione edilizia e infrastrutturale, già richiamate in precedenza e, con maggiore abbondanza, al Cap.4 della presente relazione.

Le stime, realizzate secondo le metodiche previste dalla normativa, definiscono invariabilmente un rischio basso, molto basso o assente alla liquefazione, o considerano assenti le condizioni preliminari alla verifica, indicate al paragrafo 7.11.3.4. del D.M. 17/1/2018 (falda non superficiale, accelerazione sismica <0,1g, ecc.).

La figura successiva illustra questa diffusa opinione tecnica, che comunque non modifica la interpretazione relativa alla diffusione degli scenari sismici Z2.



Fig. 5.10

Valutazioni sperimentali della suscettività dei terreni al fenomeno della liquefazione

Anche in questo caso, si segnalano alcune stime di rischio “possibile” nel settore di valle Po centro-occidentale. Bisogna anche ammettere che si dispone di pochi dati per la parte nord del territorio comunale, nel quale i valori della soggiacenza freatica tornano a diminuire molto, fino a meno di 2-3 m da piano campagna.

## 5.6 Parametri sismici secondo il D.M 17/1/2018

Secondo il D.M. 17 gennaio 2018 le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta con sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; i risultati dello studio di pericolosità devono essere forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata in funzione delle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo e morfologiche della superficie; tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento  $V_R$ , come definito nel § 2.4. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_o$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T^*_c$  valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per i valori di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T^*_c$ , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno TR considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

- $a_g$  il valore previsto dalla pericolosità sismica
- $F_o$  e  $T_C^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione,
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$  associate a ciascuno degli stati limite considerati.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione al periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  (definita al paragrafo 2.4.1 e in Tabella 2.4.I del D.M. 17/01/18) per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso è definito, al variare della classe d'uso (definita al paragrafo 2.4.2 del D.M. 17/01/18), come riportato in Tabella 2.4.II del D.M. 17/01/18.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  cui riferirsi per individuare l'azione sismica in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate in Tabella 3.2.I del D.M. 14/01/08. Per individuare, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche, per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati dalle NTC, è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , i due parametri  $T_R$  e  $P_{VR}$  sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$$

Le tabelle dell'allegato B riportano i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento (pubblicati anche sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>).

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri  $p$  ( $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$ ) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

La pericolosità sismica di base dell'area di progetto viene espressa in funzione dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$ , nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, come riportato nella figura seguente (tratta dalla pagina <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

Si sottolinea che l'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  in queste mappe è espressa come frazione dell'accelerazione di gravità (g). Nelle tabelle dell'allegato B invece essa non è espressa come frazione di g, pertanto, assumendo come valore di g una cifra pari a circa 10 (esattamente 9.81 m/s<sup>2</sup>) i valori di  $a_g$  riportati sulle mappe differiscono di circa 1 ordine di grandezza da quelli riportati nelle tabelle.

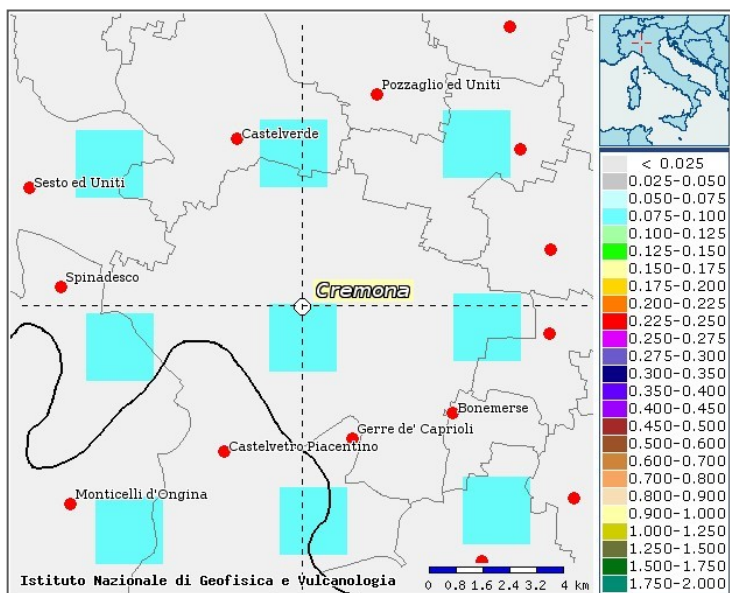


Fig. 5.11

Accelerazione massima nelle condizioni di riferimento

Le coordinate del centro del comune di Cremona (considerato il centro della mappa soprariportata) sono: Latitudine = 45.144, Longitudine = 10.02.

Di seguito si riportano le coordinate dei nodi di riferimento utilizzabili per la definizione dei valori dei parametri  $p$  ( $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$ ) all'interno del territorio comunale di Cremona.

ID	Latitudine	Longitudine
13603	45.1826	9.9463
13604	45.1847	10.0171
13605	45.1867	10.0879
13825	45.1327	9.9493
13826	45.1347	10.02
13827	45.1367	10.0908
14048	45.0848	10.0229
14049	45.0868	10.0936

Nel nodo 13603 (ubicato sul confine col comune di Sesto ed Uniti) i parametri che permettono di definire gli spettri di risposta, per i periodi di ritorno indicati, assumono i seguenti valori, così come riportato nelle tabelle dell'Allegato B.

$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_C^*$
30	0.317	2.54	0.21
50	0.382	2.58	0.22
72	0.437	2.55	0.25

101	0.495	2.56	0.26
140	0.551	2.59	0.27
201	0.618	2.59	0.28
475	0.814	2.59	0.30
975	1.009	2.62	0.31
2975	1.355	2.58	0.33

Nel nodo 13604 (ubicato sul confine col comune di Casterverde)

$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
30	0.321	2.54	0.21
50	0.386	2.58	0.23
72	0.444	2.54	0.25
101	0.503	2.56	0.26
140	0.560	2.58	0.27
201	0.630	2.58	0.28
475	0.828	2.59	0.30
975	1.027	2.62	0.31
2975	1.372	2.59	0.33

Nel nodo 13605 (ubicato sul territorio comunale di Persico Dosimo)

$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
30	0.325	2.54	0.21
50	0.390	2.57	0.24
72	0.450	2.54	0.26
101	0.510	2.56	0.26
140	0.567	2.58	0.27
201	0.642	2.56	0.28
475	0.840	2.58	0.30
975	1.047	2.61	0.32
2975	1.466	2.51	0.32

Nel nodo 13825 (ubicato sul territorio comunale di Spinadesco)

$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
30	0.321	2.55	0.21
50	0.385	2.58	0.22
72	0.440	2.56	0.25
101	0.497	2.57	0.26
140	0.552	2.60	0.27
201	0.618	2.60	0.28
475	0.809	2.60	0.30
975	1.009	2.61	0.31
2975	1.316	2.63	0.33

Nel nodo 13826 (ubicato sul territorio comunale di Cremona)

$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
30	0.324	2.55	0.21

50	0.388	2.58	0.23
72	0.444	2.55	0.25
101	0.501	2.57	0.26
140	0.556	2.59	0.27
201	0.622	2.60	0.29
475	0.812	2.60	0.30
975	1.003	2.63	0.32
2975	1.311	2.63	0.34

Nel nodo 13827 (ubicato sul confine con il comune di Malagnino)

$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
30	0.325	2.55	0.21
50	0.389	2.58	0.24
72	0.446	2.55	0.26
101	0.502	2.57	0.27
140	0.557	2.59	0.28
201	0.623	2.59	0.29
475	0.811	2.60	0.30
975	0.992	2.65	0.32
2975	1.288	2.66	0.34

Nel nodo 14048 (sul confine tra i comuni di Castelvetro Piacentino e Gerre de Caprioli)

$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
30	0.333	2.55	0.21
50	0.398	2.58	0.24
72	0.460	2.55	0.26
101	0.519	2.58	0.26
140	0.576	2.60	0.28
201	0.650	2.58	0.29
475	0.856	2.59	0.30
975	1.069	2.61	0.32
2975	1.403	2.62	0.33

Nel nodo 14049 (ubicato sul territorio comunale di Stagno Lombardo)

$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
30	0.333	2.55	0.21
50	0.398	2.58	0.24
72	0.458	2.55	0.26
101	0.516	2.58	0.27
140	0.571	2.60	0.28
201	0.642	2.59	0.29
475	0.839	2.60	0.30
975	1.043	2.62	0.32
2975	1.364	2.62	0.33

### Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica NSPT nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente  $c_u$ , nei terreni prevalentemente a grana fina.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II. del DM 17/01/18.

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per la definizione delle categorie di sottosuolo più appropriate, nel marzo 2017, nell'ambito dell'approfondimento delle indagini geologiche per il PGT, sul territorio comunale di Cremona sono

state realizzate alcune indagini geofisiche per la caratterizzazione sismica di 5 siti di scenario PSL Z4 e interessati da futura espansione urbanistica (vedi successivo paragrafo 5.7.1).

Nel caso in oggetto, come si vedrà anche dai risultati sperimentali e dai dati disponibili, le categorie più probabili sono la C e la D, rappresentative di terreni incoerenti/coesivi, ad addensamento non elevato, spesso in falda e senza substrato roccioso prossimo.

### **Condizioni topografiche**

Il territorio comunale di Cremona presenta configurazioni superficiali semplici; pertanto è possibile adottare la classificazione riportata in tabella 3.2.IV, di cui al punto 3.2.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche (DM 14 gennaio 2008).

Sulla base dei dati topografici disponibili e riportati in cartografia, il territorio del comune di Cremona rientra mediamente nella categoria:

- *T1 - Superficie pianeggiante, pendii isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .*

### **Valutazione dell'azione sismica**

Ai fini della norma per la progettazione antisismica l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali (X e Y) e una verticale (Z) da considerare tra di loro indipendenti e ortogonali. Nelle Zone 3 e 4 la componente verticale non viene considerata. Le due componenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR.

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerata, lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali è definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{array}{ll}
 0 \leq T \leq T_B & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot [T/T_B + (1/\eta \cdot F_o) \cdot (1 - T/T_B)] \\
 T_B \leq T \leq T_C & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
 T_C \leq T \leq T_D & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot (T_C/T) \\
 T_D \leq T & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot (T_C T_D / T^2)
 \end{array}$$

dove:

T periodo di vibrazione

$S_e$  accelerazione spettrale orizzontale

S coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione:  $S = S_S \cdot S_T$

$\eta$  fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali  $\xi$  diversi dal 5% mediante la relazione:  $\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0.55$ , dove  $\xi$  (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione

$T_C$  periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante:  $T_C = C_C \cdot T_C^*$

$T_B$  periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante:  $T_B = T_C / 3$

$T_D$  periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante, espresso in secondi mediante la relazione:  $T_D = 4.0 \cdot (a_g/g) + 1.6$

Per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione definite al punto 3.2.2 del D.M. 17/01/2018, la forma spettrale su sottosuolo di categoria A è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico  $S_S$ , il coefficiente topografico  $S_T$  e il coefficiente  $CC$  che modifica il valore del periodo  $TC$ .

### ***Amplificazione stratigrafica***

Per le categorie di sottosuolo B, C, D, ed E i coefficienti  $S_S$  e  $CC$  possono essere calcolati, in funzione dei valori di  $F_0$  e  $TC^*$  relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella tabella 3.2.V, nelle quali  $g$  è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Per il comune di Cremona, nei siti caratterizzati da sottosuolo di categoria C (vedere risultati indagini MASW) si applicano le seguenti espressioni:

$$S_S = 1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.50$$

$$C_C = 1.05 \cdot (TC^*)^{-0.33}$$

### ***Amplificazione topografica***

Per tener conto delle condizioni topografiche ed in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati in tabella 3.2.VI, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Per il comune di Cremona, caratterizzato da topografia di categoria T1, si applica il seguente coefficiente di amplificazione topografica:

$$S_T = 1.0$$

### ***Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali***

In fase progettuale occorre definire puntualmente le azioni sismiche come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici del reticolo di riferimento contenenti l'area di studio, adottando come pesi gli inversi delle distanze dal punto di studio ai vertici considerati. Preventivamente è necessario definire le caratteristiche progettuali della struttura da realizzare (come sopra riportato): il tipo di opera, la sua vita nominale, la sua classe d'uso, il suo coefficiente d'uso, la sua vita di riferimento, ecc.; tutto lo studio dell'azione sismica si fa sulle caratteristiche progettuali.

Utilizzando il software denominato **Spettri-NTCver.1.0.3** (scaricabile gratuitamente dal sito del Ministero delle Infrastrutture) è possibile determinare l'azione sismica di progetto per qualsiasi punto del territorio nazionale, inserendo le coordinate del punto di studio e le caratteristiche di risposta sismica locale; si può visionare lo spettro di progetto (componente orizzontale e componente verticale), lo spettro elastico di riferimento ed i parametri che permettono di definirlo.

## **5.7 Analisi di secondo livello**

### **5.7.1 Valutazione delle amplificazioni sismiche per effetti litologici**

Nel caso in esame, trattandosi di fase pianificatoria, l'approfondimento di 2° livello consiste nella valutazione delle amplificazioni litologiche del sito, limitatamente agli scenari Z4.

Si tratta quindi di fornire una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nell'area, fornendo la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore del fattore di amplificazione ( $F_a$ ).

Il valore di  $F_a$  viene calcolato in due intervalli di periodo diversi che sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale: tra 0.1-0.5 s per strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide e 0.5-1.5 s per strutture più alte e più flessibili. Il parametro è stato precalcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia, valido per ciascuna zona sismica (zona 2, 3 e 4), per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo considerati (*banca dati in formato excel: Analisi sismica-soglie Lombardia dgr7374/08.xls*).

Per l'analisi degli effetti sismici di sito sul territorio comunale di Cremona sono stati utilizzati sia dati provenienti da indagini tecniche preesistenti, da archivio pratiche urbanistiche ed edilizie comunali (vedere più avanti), sia quelli derivanti da 5 nuove caratterizzazioni sismiche eseguite ed elaborate da Geotecno srl - Monza, illustrate nel presente capitolo.

Sul territorio comunale sono state identificate alcune aree di proprietà comunale o comunque accessibili, sulle quali effettuare prove MASW non invasive.

Le aree sono state selezionate tra quelle tra quelle attribuibili agli scenari di PSL Z4, per i quali la normativa prevede un approfondimento sismico di 2° livello finalizzato alla verifica del fattore di accelerazione  $F_a$ . Sono escluse, come già ricordato, le aree degli scenari Z2 nelle quali è già richiesto il passaggio alle indagini di 3° livello in sede di progettazione.

Sono state pertanto identificate 5 aree individuate e localizzate come di seguito.

- sito 1 Nuovo campeggio, via del Sale
- sito 2 Cascina Cremonesi, via Cascina Corte
- sito 3 Ipercoop, via Sesto
- sito 4 Giardini Cavatigozzi, via Nino Giuseppe Zana
- sito 5 Giardino Vecchio Passeggio, via Gioconda

L'indagine sismica è stata realizzata tramite prospezioni MASW per determinare le proprietà fisiche del sottosuolo e le caratteristiche dinamiche del litotipo da indagare, attraverso la determinazione di un modello di distribuzione di velocità di propagazione delle onde Sh nel sottosuolo.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh (onde Sh), che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase.

Nel metodo di indagine MASW le onde superficiali generate in un punto della superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Attraverso questo metodo si ottiene un grafico (curva di dispersione) che descrive l'andamento delle velocità di fase in funzione delle frequenze nel range compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi si ottengono informazioni sulla parte superficiale del suolo, sui primi 30-50 m di profondità, in funzione della rigidità del suolo.

Il metodo MASW consiste in tre fasi:

1. calcolo della curva di dispersione apparente sperimentale
2. calcolo della curva di dispersione apparente numerica
3. individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ .

Mediante l'analisi delle onde di Rayleigh viene determinato il parametro  $V_{s30}$ , che rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S nei primi 30 m di profondità.

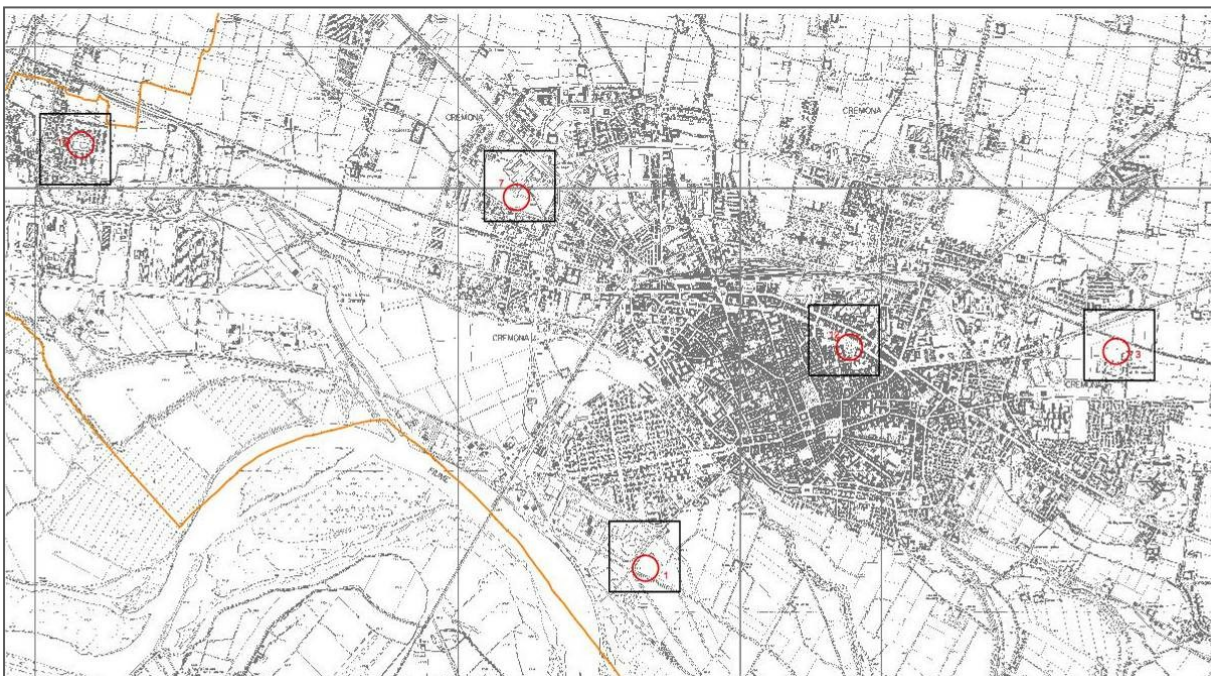


Fig. 5.12 Siti delle indagini sismiche

I dati sperimentali e le procedure di calcolo dei valori di  $V_{s30}$  sono riprodotti e consultabili nell'Allegato D.

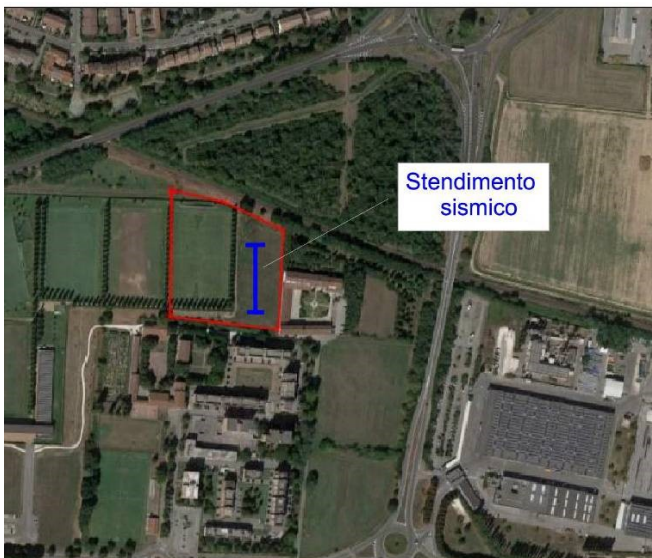
Sulla base dei risultati ottenuti (ricostruzione del profilo di propagazione delle onde sismiche S) si deduce che tutti i siti presentano categoria di sottosuolo C.

sito 1 - Nuovo campeggio	sito 3 - Cascina Cremonesi	sito 7 - Ipercoop	sito 12 - Giardini Cavatigozzi	sito 11 - Giardino Vecchio Passeggio
<b><math>V_{s30}</math> (m/s)</b>				
198	253	239	277	280
<b>Categoria di sottosuolo</b>				
C	C	C	C	C

Tab. 5.3 Calcolo delle categorie di sottosuolo



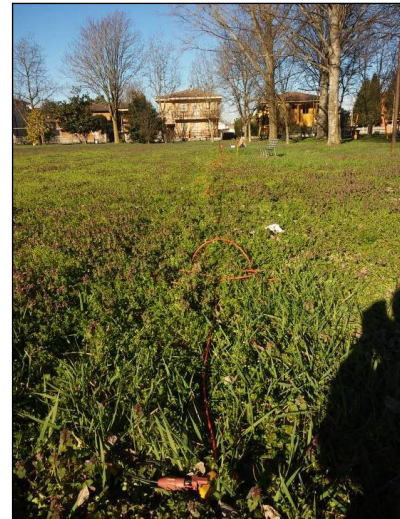
Figg. 5.13-14 Indagine sismica MASW eseguita presso il sito 1 Nuovo Campeggio di via del Sale



Figg. 5.15-16 Indagine sismica MASW presso il sito 3 Cascina Cremonesi di via Cascina Corte



Figg.5.17-18 Indagine sismica MASW eseguita presso il sito 7 Ipercoop di via Sesto



Figg. 5.19-20 Indagine sismica MASW eseguita presso il sito 11 Giardini Cavatigozzi di via Zana



Figg. 5.21-22 Indagine sismica MASW presso il sito 12 Giardino Vecchio Passeggio, via Gioconda

Sulla base dei dati raccolti è stato delineato un modello geologico-tecnico utile alla definizione del periodo proprio del sito ( $T$ ) calcolato tramite la procedura semplificata riportata nel capitolo 2.2 dell'Allegato 5 alla DGR. n. 9/2616 del 30/11/2011. Il periodo  $T$  viene calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità  $V_s$  è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

dove:

$V_s$       velocità delle onde S nello strato iesimo  
 $h_i$       spessore dello strato iesimo

Pertanto per il calcolo del periodo di ciascuna delle aree considerate sono stati utilizzati gli spessori degli strati ritrovati in ciascuna area e le reciproche velocità di propagazione delle onde S calcolate all'interno degli strati stessi, riportati nella seguente tabella riassuntiva 5.4.

Sito 1 Nuovo campeggio		Sito 3 Cascina Cremonesi		Sito 7 Ipercoop		Sito 11 Giardini Cavatigozzi		Sito 12 Giard. Vecchio Passeggio	
Hi (m)	Vs (m/s)	Hi (m)	Vs (m/s)	Hi (m)	Vs (m/s)	Hi (m)	Vs (m/s)	Hi (m)	Vs (m/s)
2,31	134	2,97	182	2,31	168	3,30	219	2,97	207
3,30	147	6,60	205	3,63	183	4,95	231	3,96	215
6,93	159	10,56	219	5,94	195	7,59	241	5,61	229
12,87	177	15,84	244	10,23	214	11,88	256	10,23	251
33	217	33	280	33	252	18,15	273	33	295
						33	303		

Per l'applicazione della procedura semplificata di calcolo (riportata nella normativa) è necessario ricostruire l'andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s (riconducibile al substrato roccioso); in mancanza del raggiungimento del bedrock con le indagini, sulla base dei dati ottenuti dall'indagine stessa, è possibile ipotizzare un opportuno gradiente di Vs con la profondità tale da raggiungere il valore di 800 m/s.

In nessuno dei siti investigati è stata raggiunta la velocità corrispondente a 800 m/s, pertanto si è ipotizzato di raggiungere tale velocità per ciascun sito (sulla base dei dati d'indagine) mediante l'utilizzo del software GeoMASW della ProgramGeo, ricavando profondità dell'ordine di 250-300 m da p.c..

Per ciascuna delle aree è stato calcolato il periodo T, utilizzando la formula sopra riportata, con i seguenti risultati:

sito 1 Nuovo campeggio	T= 1.636 s
sito 3 Cascina Cremonesi	T= 1.444 s
sito 7 Ipercoop	T= 1.502 s
sito 11 Giardini Cavatigozzi	T= 1.617 s
sito 12 Giardino Vecchio Passeggio	T= 1.344 s

Per la stima degli effetti litologici è stata utilizzata come scheda di valutazione di riferimento la *scheda litologia sabbiosa*, nella quale vengono riportati i seguenti parametri indicativi:

*GRANULOMETRIA: da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose.*

Tra le schede litologiche disponibili è stata scelta quella che rappresenta meglio i terreni di fondovalle del comune di Cremona. La validità della scheda è stata inoltre verificata anche in base all'andamento dei valori di Vs con la profondità.

All'interno della scheda è stata scelta, in funzione della profondità e della velocità  $V_s$  degli strati, utilizzando la matrice della scheda di valutazione, la curva più appropriata per rappresentare il sottosuolo di ciascuna area: curva 2 (colore verde).

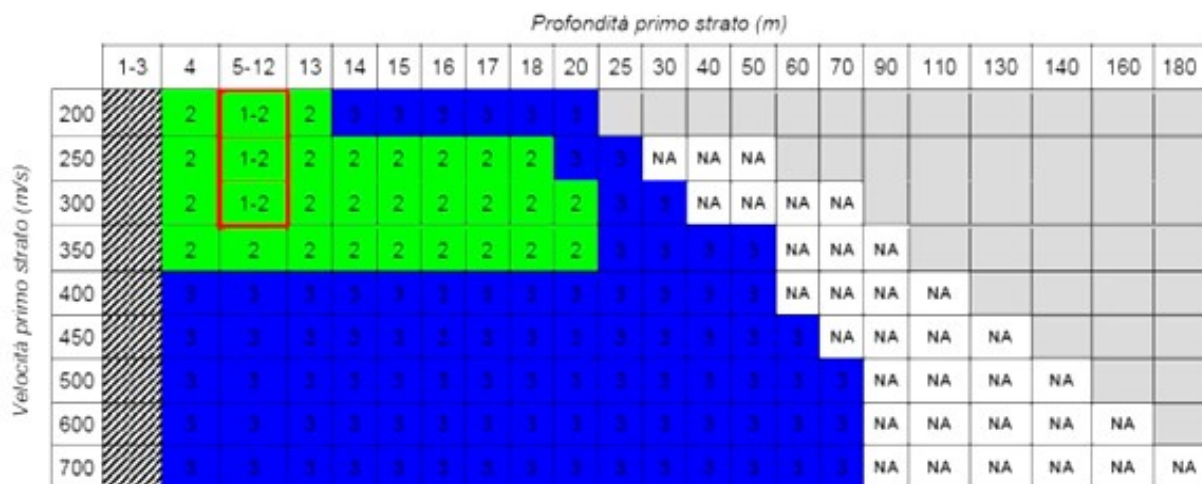


Fig. 5.23 Scheda litologica

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$	$0.50 < T \leq 1.00$	$T > 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$	$0.45 < T \leq 0.80$	$T > 0.80$
	$Fa_{0.1-0.5} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$Fa_{0.1-0.5} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$	$0.50 < T \leq 0.55$	$T > 0.55$
	$Fa_{0.1-0.5} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$Fa_{0.1-0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.00$

Pertanto  $Fa$  è stato calcolato utilizzando le seguenti equazioni:

in caso di edifici bassi regolari e rigidi

per  $T > 0.8$   $Fa_{0.1-0.5} = 1.00$

in caso di edifici alti e flessibili

per  $0.80 \leq T < 1.80$   $Fa_{0.5-1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

La tabella seguente riporta i valori di soglia calcolati per il comune di Cremona come indicati nella banca dati messa a disposizione dalla Regione, per edifici bassi regolari e rigidi (periodo 0.1-0.5 s) e per edifici alti e flessibili (periodo 0.5-1.5 s).

Valori di soglia				
Periodo	Tipo di Suolo			
	B	C	D	E
0.1-0.5 s	1.4	1.8	2.1	1.9
0.5-1.5 s	1.7	2.4	4.0	3.0

I valori massimi di  $Fa$  (approssimati alla prima cifra decimale, utilizzando una variabilità di  $\pm 0.1$ ) calcolati tramite la scheda di valutazione, sono stati confrontati con i corrispondenti valori soglia della tabella sopra riportata:

#### **SITO 1 Nuovo campeggio (suolo C)**

$$Fa_{(0,1-0,5\text{ s})} = 1.00 (\pm 0.1) < Fa_{(0,1-0,5\text{ s})} = 1.8$$

$$Fa_{(0,5-1,5\text{ s})} = 1.43 (\pm 0.1) < Fa_{(0,5-1,5\text{ s})} = 2.4$$

#### **SITO 2 Cascina Cremonesi (suolo C)**

$$Fa_{(0,1-0,5\text{ s})} = 1.00 (\pm 0.1) < Fa_{(0,1-0,5\text{ s})} = 1.8$$

$$Fa_{(0,5-1,5\text{ s})} = 1.51 (\pm 0.1) < Fa_{(0,5-1,5\text{ s})} = 2.4$$

#### **SITO 3 Ipercoop (suolo C)**

$$Fa_{(0,1-0,5\text{ s})} = 1.00 (\pm 0.1) < Fa_{(0,1-0,5\text{ s})} = 1.8$$

$$Fa_{(0,5-1,5\text{ s})} = 1.48 (\pm 0.1) < Fa_{(0,5-1,5\text{ s})} = 2.4$$

#### **SITO 4 Giardini Cavatigozzi (suolo C)**

$$Fa_{(0,1-0,5\text{ s})} = 1.00 (\pm 0.1) < Fa_{(0,1-0,5\text{ s})} = 1.8$$

$$Fa_{(0,5-1,5\text{ s})} = 1.44 (\pm 0.1) < Fa_{(0,5-1,5\text{ s})} = 2.4$$

#### **SITO 5 Giardino Vecchio Passeggio (suolo C)**

$$Fa_{(0,1-0,5\text{ s})} = 1.00 (\pm 0.1) < Fa_{(0,1-0,5\text{ s})} = 1.8$$

$$Fa_{(0,5-1,5\text{ s})} = 1.55 (\pm 0.1) < Fa_{(0,5-1,5\text{ s})} = 2.4$$

Se il valore di  $F_a$  calcolato (sia per periodo 0.1-0.5 s che per periodo 0.5-1.5 s) risulta inferiore al valore soglia comunale: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica e/o morfologica locale.

Questo è il caso di tutti i siti indagati sopradescritti che rispettano entrambe le soglie, pertanto per essi sarà possibile progettare con spettro della categoria propria di sottosuolo del sito (C).

Se il valore di  $F_a$  calcolato risulta superiore a  $F_a$  di soglia comunale (dedotto da **Analisi sismica-soglie Lombardia** dgr7374/08.xls), si dovrà procedere alle analisi di 3° livello oppure, in alternativa, in fase progettuale sarà possibile applicare lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore, rispetto alla categoria di sottosuolo individuata per il sito.

### **5.7.2 Altri dati sismici sperimentali e stime di $F_a$**

Oltre alla disponibilità di molti dati di caratterizzazione geologica e geotecnica del sottosuolo cremonese, le relazioni tecniche rinvenibili nelle pratiche edilizie di varia natura e importanza, custodite negli archivi comunali, consentono la consultazione di indagini sismiche realizzate in campo per gli scopi della progettazione.

Nel Capitolo 4 della presente relazione generale sono citati e utilizzati i dati rinvenuti in molte decine di pratiche, sia per l'edizione 2012 dello studio geologico, sia in documentazione successiva a tale data, per gli scopi dei successivi aggiornamenti dello studio, fino all'attuale edizione.

Per gli scopi dell'analisi sismica si è attinto soprattutto a relazioni piuttosto recenti, redatte soprattutto per piani attuativi e interventi edilizi ordinari, considerato che l'indagine sismica non veniva eseguita, se non in caso di grossi interventi o edifici pubblici, fino ad almeno 10 anni fa. Sull'insieme delle tante relazioni tecniche è stata operata una cernita piuttosto severa, al fine di selezionare solo quelle che contengono dati effettivamente rilevati in sito e limitandosi, oltretutto, a quelli ottenuti con metodiche di sismica attiva, certamente più affidabili, sostanzialmente le prove MASW descritte in precedenza.

Sono state pertanto raccolte una ventina di relazioni predisposte successivamente alla consegna del precedente studio e distribuite su tutto il territorio comunale, oltre ad un paio di dati provenienti dallo studio geologico del comune di Gadesco Pieve Delmona. Solo una parte di questi effettua anche il calcolo dei fattori di amplificazione, ma indica comunque la categoria di terreno dedotta dai valori sperimentali di Vs30. Inoltre i punti selezionati riguardano le aree Z4 in meno del 50% dei casi, riducendo ulteriormente i dati realmente fruibili.

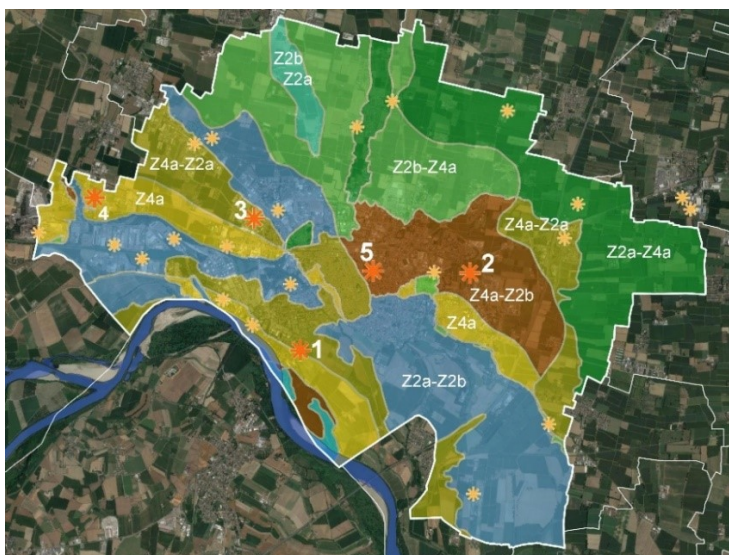


Fig. 5.24  
Ubicazione indagini MASW

I valori delle Vs30 variano da 200 a 300 m/s, mentre la categoria di terra derivata è pressoché costantemente la C

MASW archivio Comune Cremona									
ID	cantiere	sito	anno	falda	Vs30-eq	Cat_terr	Fa_0,1-0,5	Fa_0,5-1,5	Fa_CR
1	AA003	via Riglio - Ecoplant	2016	4,5-5	247	C	1,80	1,40	1,8 - 2,4
2	ED034	via Al Porto 3	2015	9	257	C	1,00		1,8 - 2,4
3	ED039	via Mantova - Cappuccini	2016	9,5 ?	258	C			
4	ED040	via Riglio 14	2016-2022	4-6	243	C	1,00		1,8 - 2,4
5	ED044	via Stagno Lombardo	2016	5	242-250	C	2,20	1,50	1,8 - 2,4
6	ED054	via Malcantone - Boschetto	2016		244	C			
7	ED055	Porto Interno	2019	3,5	214-220	C-D			
8	ED057	via Castelleone	2022		301,25	C			
9	ED059	via Della Darsena	2022	4,8	250-260	C	2,20	1,60	1,8 - 2,4
10	ED064	Cna Campanella	2015		271	C	1,00	1,60	1,8 - 2,4
11	PA008	Via I Maggio-Chiese	2009	1,8	201	C	1,80	1,41	1,8 - 2,4
12	PA022	via San Felice	2012	3,3	257	C	1,10	1,80	1,8 - 2,4
13	AA002	via Acquaviva (ARVEDI)	2016		318,2	C			
14	PA026	Corte de' Monaci-S.Felice	2012-2020	3,1	243-211	C			
15	PA027	via Porcellasco	2019	1,5	265	C			
16	PA028	via Castelleone	2020		271-289	C	1,20	2,00	1,8 - 2,4
17	PA033	via Dosso, Fraz.Boschetto	2022		318,3	C	1,45	1,80	1,8 - 2,4
18	PA034	ex Armaguerra, v.Seminario	2019	2,5-3,5	318-359	C			
19	PA037	via Milano	2022	10,8	271-306	C		1,41	1,8 - 2,4
20	PGT1	Gadesco Pieve Delmona	2011		266	C	1,72	1,41	1,8 - 2,4
21	PGT2	Gadesco Pieve Delmona	2011		281	C	1,79	1,37	1,8 - 2,4
MASW REA-Geotecnico									
1		Campeggio via del sale	2017		198	C	1,00	1,43	1,8 - 2,4
2		Cascina Cremonesi	2017		253	C	1,00	1,51	1,8 - 2,4
3		Ipercoop via Sesto	2017		239	C	1,00	1,48	1,8 - 2,4
4		Giardini Cavatigozzi	2017		277	C	1,00	1,44	1,8 - 2,4
5		Giardino Vecchio Passeggio	2017		280	C	1,00	1,55	1,8 - 2,4

Tab.5.5 Risultati delle indagini sperimentali

Le figure che seguono illustrano la distribuzione dei diversi dati: i valori di Vs30 calcolati, la categoria di terreno, i fattori di amplificazione per strutture basse e rigide (s 0,1-0,5) e alte e flessibili (0,5-1,5).

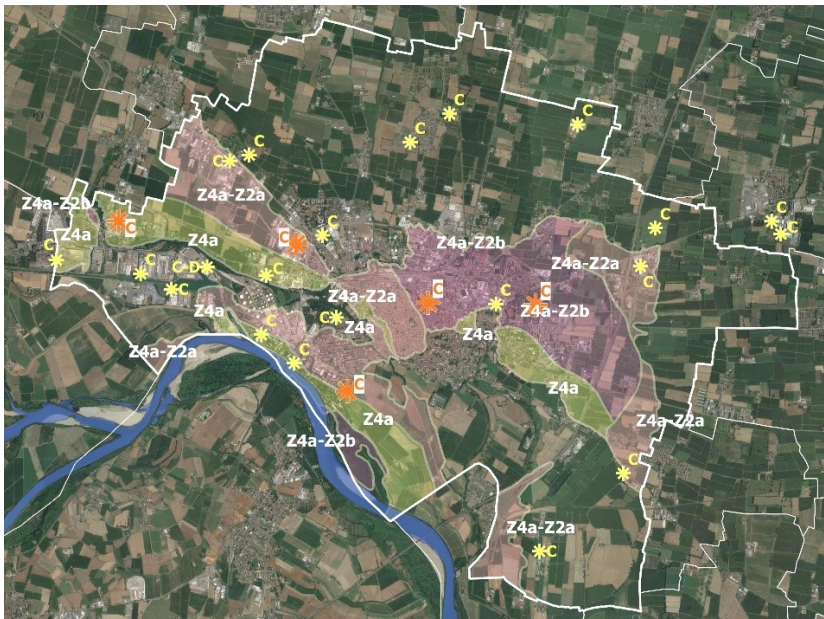
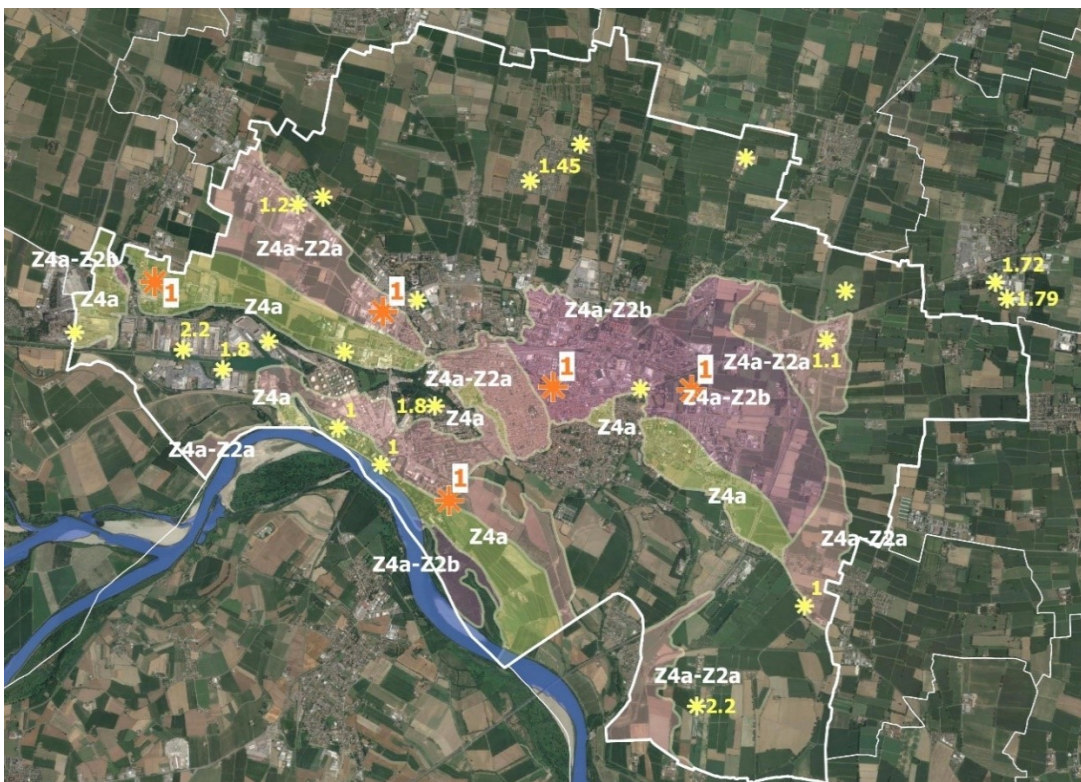


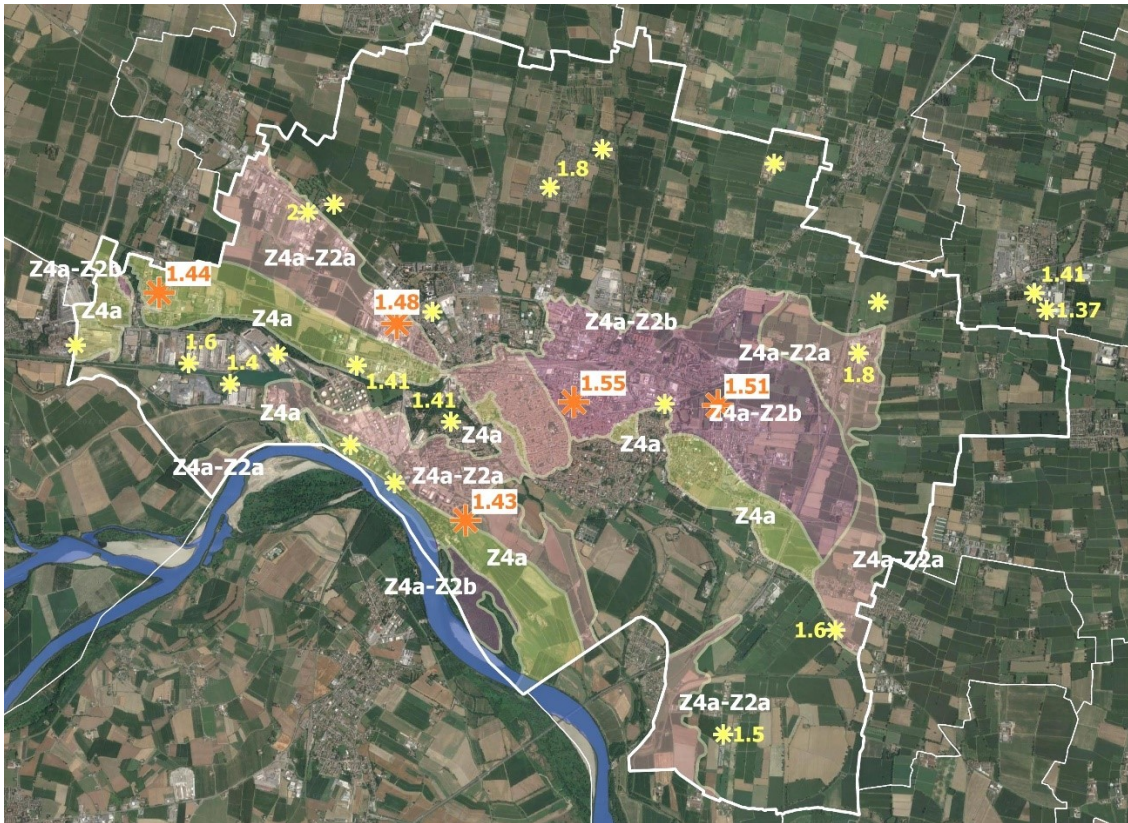
Fig. 5.25  
Categorie di terreno da indagini in sito

**Cat.C**  
Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s

Il valore della amplificazione sismica, nei punti utilizzati, varia tra 1 e 2,2 per gli edifici bassi e rigidi, e tra 1,4 e 2 per quelli alti e più elastici. Nelle figure seguenti sono rappresentati i valori disponibili come distribuiti nei poligoni di PSL che utilizzano le valutazioni di 2° livello, cioè quelli classificati Z4a e, con maggiore incertezza, gli Z4a più Z2a come tipologia di scenario subordinata.



Figg. 5.26-27 (sotto) Fa elaborati per edifici di periodo 0,1-0,5s (sopra) e 0,5-1,5s



Sulla base di questi risultati si può dire che nella gran parte dei casi i valori di  $F_a$  sono inferiori ai valori soglia calcolati per il territorio di Cremona ( $F_a$  per periodo 0,1-0,5s = 1,8;  $F_a$  per 0,5-1,5s = 2,4), anche se ciò vale soprattutto per il caso degli edifici alti e flessibili, mentre è meno certo nel caso degli edifici bassi e rigidi. In particolare ciò si riscontra nelle aree della Valle del Po, in particolare quelle più settentrionali, a substrati più sabbiosi, fatte salve le fasce più prossime al bordo fluviale attivo.

Se si prendono poi in considerazione le sole aree attribuite allo scenario sismico Z4 (esclusi gli scenari "misti"), sembra possibile confermare la adeguatezza delle valutazioni e la possibilità di procedere con lo spettro della categoria propria di sottosuolo del sito (C).

A valutazioni più prudenti era giunto lo studio 2009 della componente sismica del PGT, condotto dal Polo di Cremona del Politecnico di Milano.

In quel caso si optava decisamente per l'uso della procedura di 2° livello nelle sole aree Z4a "certe", cioè non sovrapposte al generale scenario Z2, limitate a tre poligoni della Carta di PSL, sempre escludendo le aree totalmente urbanizzate (figura sottostante). In tutte le altre superfici assegnate allo scenario Z2, infatti, risultava inutile, come risulta tuttora, la stima del fattore  $F_a$ , perché già obbligatorio il passaggio al terzo livello di indagine sismica in fase di progetto.

Per ciascuna delle tre aree Z4a della figura, gli autori dello Studio 2009 avevano messo a punto una stratigrafia "tipo" ricavata da molti dati di sottosuolo, comprese prove geotecniche e dati rilevati, che avevano consentito una buona interpretazione delle tipologie lito-granulometriche e dei livelli probabili di consolidamento. Sulla base di queste informazioni, era stata scelta per ognuno dei tre poligoni la "scheda litologia sabbioso-limoso Tipo 2", come la più adatta a interpretare gli effetti di amplificazione litologica. Sulla base delle  $V_s$  ipotizzate era stato calcolato

il periodo T del terreno e, utilizzando le espressioni pertinenti proposte dalla metodologia regionale, erano stati ottenuti i valori approssimati di Fa per edifici delle due tipologie sopra descritte.

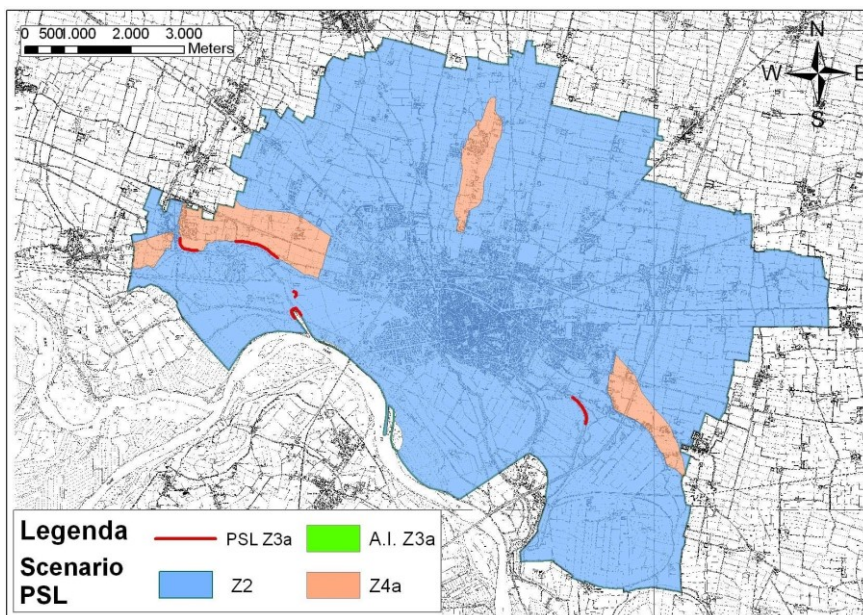


Fig.5.28

Aree in Z4a secondo Studio 2009:

area Cava Tigozzi e margine terrazzo ovest

area terrazzo Cna Boschetto

area margine terrazzo S. Sigismondo

Nel quadro sottostante sono riprodotte le tre stratigrafie tipo delle aree considerate, mentre nella figura successiva sono indicati i valori di Fa ottenuti dallo Studio del Politecnico nei casi delle due tipologie edilizie considerate.

I poligoni della figura sottostante non sono, come si può notare, esattamente quelli dello studio 2009, ma quelli ad essi corrispondenti, come aggiornati sulla base dei nuovi dati geologici e geomorfologici, utilizzati negli aggiornamenti 2011 e 2017 della PSL.

profondità da p.c.	litologia prevalente	addensamento	falda	Vs (m/s)
2,7	sabbie-limose	alto	no	330
3,5	argille e limi-sabbiosi	scarso	no	240
7,2	limi-sabbiosi e limi	normale	parz	260
8,2	argille e limi-sabbiosi	normale	si	360
16	sabbie-limose	normale	si	410
20	sabbia	scarso	si	350
23	sabbia-limosa	normale	si	410
25	sabbia-limosa	scarso	si	380
30	limo-sabbioso	normale	si	450

profondità da p.c.	litologia prevalente	addensamento	falda	Vs (m/s)
2,3	limi-sabbiosi	scarso	no	180
5	sabbie-limose	normale	no	200
10	sabbie con rari limi	normale	si	320
19	sabbia limosa	normale	si	350
24	ghiaia sabbiosa	normale	si	310
27	sabbia	normale	si	330
30	argilla	normale	si	440

profondità da p.c.	litologia prevalente	addensamento	falda	Vs (m/s)
4	limi argilloso-sabbiosi	normale	no	340
6	limo-sabbioso	scarso	parz	260
8	limo-argilloso	scarso	si	310
15	sabbia	normale	si	400
20	limo-sabbioso	normale	si	430
30	sabbia	normale	si	420

Tab.5.6 Stratigrafie tipo dei poligoni di PSL Z4a, ovest, nord ed est



Fig.5.29

Valori di  $F_a$  calcolati per le due tipologie edilizie tipo (2009)

Dunque secondo le analisi 2009, senza dati sperimentali relativi alla misura delle  $V_s$  nel sottosuolo, ma con una valutazione approfondita delle informazioni geologiche, si giungeva ad una stima degli  $F_a$  molto simile a quella attuale, derivata da prove sismiche, ma solo per la categoria degli edifici a maggior periodo (0,5-1,5s), mentre per gli edifici bassi e rigidi si ottenevano valutazioni più pessimistiche, perlomeno per le due aree di margine terrazzo ad ovest ed est della città costruita. Trattandosi degli edifici più comuni nel contesto considerato, si proponeva di generalizzare l'indicazione della procedura che ne consegue, cioè il passaggio al terzo livello di approfondimento: *“si ritiene cautelativamente corretto suggerire l'esecuzione delle indagini previste per il III livello di approfondimento in caso di progettazione edilizia (...omissis ...), oppure, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore (D)”*. Bisogna dire che il possibile ricorso alla Categoria inferiore di terreno è già indicata come risultato di almeno una indagine sismica, tra quelle esaminate, e che la categoria D descrive anch'essa in modo piuttosto adeguato i caratteri di gran parte dei terreni di Cremona, salvo per quanto ricavabile dalle  $V_s$  misurate:

**Cat.D**

*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.*

**5.8 Analisi di terzo livello**

Le aree del comune di Cremona (zona sismica 3) ricadenti nello scenario PSL Z2 (suscettibili di liquefazione), necessitano in fase progettuale di approfondimento di 3° livello e di conseguenza l'utilizzo degli spettri calcolati.

Per gli edifici il cui uso prevede affollamenti significativi, gli edifici industriali con attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali di cui al D.D.U.O. n.7237 del 22/5/2019, è necessario effettuare comunque l'analisi di 3° livello, indipendentemente dallo scenario sismico di appartenenza.

## 5.9 Ricadute normative

Il Comune di Cremona ricade in zona sismica 3 (sismicità bassa)

L'intero territorio comunale presenta scenari di pericolosità sismica locale Z4a, Z2a e Z2b .

Per le aree ricadenti in PSL Z4 la valutazione del 2° livello di approfondimento previsto dall'Allegato 5 alla DGR IX/2616 2011, dimostra che  $F_a$  calcolato è minore al valore soglia comunale indicato dalla Regione Lombardia.

Pertanto le nuove costruzioni previste in aree a PSL Z4 NON necessitano del 3° livello di approfondimento previsti dall'Allegato 5 alla DGR IX/2616 2011, salvo il caso degli edifici "strategici e rilevanti", come elencati nel D.d.u.o. 22/5/2019 n.7237.

Per le aree ricadenti in PSL Z2 invece è necessario effettuare, in fase progettuale, il 3° livello di approfondimento richiesto dalla normativa regionale.

Per tutti i casi di ambiguità, dove è segnalata la coesistenza di due PSL diversi, sarà compito del geologo individuare quale dei due scenari è corretto, successivamente a valutazioni locali di carattere puntuale che tengano in considerazione anche il tipo di intervento proposto.

Il terzo livello di approfondimento è sempre obbligatorio per costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, e sociali essenziali. La casistica in questione è dettagliata, in aggiornamento rispetto alla norma del 2003, dal D.d.u.o. 22/5/2029 n.7237

I valori soglia del Fattore di amplificazione per le varie tipologie di suolo sono calcolati da Regione Lombardia:

Periodo	Tipo di Suolo			
	B	C	D	E
0.1-0.5 s	1.4	1.8	2.1	1.9
0.5-1.5 s	1.7	2.4	4.0	3.0

Ai sensi della l.r. 33/2015 si ricorda inoltre che:

- per i comuni in zona 3: obbligo del deposito della documentazione relativa al progetto prima dell'avvio dei lavori
- attività di controllo sistematico degli interventi relativi a opere o edifici pubblici o, in genere, edifici destinati a servizi pubblici essenziali, ovvero progetti relativi ad opere comunque di particolare rilevanza sociale o destinate allo svolgimento di attività, che possono risultare, in caso di evento sismico, pericolose per la collettività
- attività di controllo su tutti gli altri tipi di edifici in tutte le zone sismiche.

# **Parte B**

## **Valutazione e proposta**

## 6 Vincoli geologici

### Premessa

Il testo del presente capitolo e la Carta dei Vincoli geologici, introducono vari elementi di aggiornamento rispetto alla vigente edizione degli stessi documenti tematici predisposta per gli aggiornamenti 2018 del PGT.

Riguardano gli aspetti del rischio idraulico, considerato che subiscono modifiche le pericolosità idrauliche sia sulla pianura che in valle, sulla base delle ultime stime effettuate per lo Studio comunale di gestione del Rischio Idraulico. Da esse discendono alcuni aggiustamenti ai poligoni del PGRA e revisioni della stima del rischio idraulico, valutata, inoltre, su una nuova, più ampia, delimitazione delle aree edificate, comprensiva anche di tutti i piccoli nuclei edilizi e di aree di pertinenza di vario tipo.

Anche i limiti delle fasce fluviali A e B del PAI sono stati adattati, come già ricordato in precedenza; in questo caso alla sola evidenza morfologica degli argini del Po.

Anche il disegno delle aree attribuite al Geosito della Valle dei Navigli è variato rispetto alla situazione precedente.

Da notare che il disegno delle aree PGRA, che viene associato alla specifica vincolistica geologico/idraulica, è riprodotto solo nella specifica Tavola 7 (Carta PAI-PGRA), per evitare un eccessivo appesantimento della rappresentazione dei vincoli geologici nella Tav.6. Al PGRA, che è uno strumento di definizione di pericolosità idrauliche, sono del resto collegati i vincoli PAI, che è di questi la fonte originale. I Vincoli dovuti al PAI e al PGRA sono anche i più noti tra gli elementi normativi di questo tipo e non c'è il rischio che di essi non si tenga conto in un contesto complesso come quello di Cremona.

## 6.1 Identificazione dei vincoli geologici

La Carta dei Vincoli è lo strumento indicato dalla normativa regionale relativa ai “Criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT...” (d.g.r. 9/2616/2011) per definire, separatamente rispetto ad altre tematiche, e in modo più efficace, quali sono i tipi e la distribuzione delle forme di vincolo che risultano apposte preordinatamente su specifici oggetti territoriali di natura geologica ai fini della loro tutela e /o conservazione.

Nelle più recenti edizioni della normativa di applicazione dell’articolo 57 della l.r. 12/2005 e s.m.i., e in particolare nell’ultima sopracitata delibera attuativa, si descrivono caratteri e contenuti della Carta dei Vincoli:

*“La carta dei vincoli deve essere redatta su tutto il territorio comunale alla scala dello strumento urbanistico comunale. Devono essere rappresentate su questa carta le limitazioni d’uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico.....”*

Diversamente da un uso diffuso in precedenza, ed anche attualmente, la Carta deve dunque riguardare oggetti e problemi specificatamente geologici e non deve dunque contenere riferimenti a problemi diversi, ad esempio di carattere naturalistico o paesaggistico, anche quando associabili ad aspetti genericamente geologici.

Come guida alla selezione dei vincoli geologici, la norma regionale fa particolare riferimento ad alcune categorie tematiche, peraltro di natura molto diversa tra loro (corrispondenti a pericolosità attuali, corrispondenti a pericolosità potenziali, o anche indipendenti da eventuali pericolosità):

*“Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89 (cfr. Parte 2 – Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata)” (PAI, PSFF, Quadro del Dissesto, ecc.)*

*“Vincoli di polizia idraulica: ai sensi della Dgr. 25 gennaio 2002, n. 7/7868 e successive modificazioni”*

*“Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile “*

Il testo richiama infine vincoli introdotti dal *Piano Territoriale Regionale (PTR)* e i *Geositi*, peraltro definiti con elenco direttamente derivato dal Piano Paesistico Regionale.

L’elenco proposto dalla d.g.r. 2616 è utilizzabile tal quale per descrivere i vincoli geologici del territorio di Cremona, con la unica importante integrazione rappresentata dalle tutele territoriali introdotte dal PTCP della Provincia di Cremona. Non è chiaro perché la norma regionale non citi i PTCP tra le “normative e piani sovraordinati”.

In ogni caso, l’elenco di cui sopra deve ora essere integrato con il riferimento al Piano Gestione Rischio di Alluvioni (PGRA), da inserire tra i vincoli della pianificazione di bacino, e aggiornato con i richiami normativi più recenti per la difesa del suolo, l’invarianza idraulica e la polizia idraulica (l.r.4/2016. d.g.r.X/7372/2017 e d.g.r. X/7581/2017).

I vincoli di carattere geologico presenti sul territorio del Comune di Cremona, aggiornati alla situazione attuale, sono riportati nella Tavola 6. Essi sono relativi alla tutela della risorsa idrica e riguardano essenzialmente le fasce di tutela e rispetto dei pozzi di captazione idrica facenti parte di acquedotti di pubblico interesse e le fasce di polizia idraulica del reticolo idrico. Ad essi si aggiungono i vincoli relativi alla difesa del suolo che si determinano con la normativa del Piano di Assetto Idrogeologico e con quella regionale associata alle aree di pericolosità idraulica e rischio del Piano Gestione Rischio Alluvioni. Questo tipo di vincoli sono, di fatto, meglio descritti nel Capitolo 2 della

sezione “Analisi” del presente studio e nella corrispondente Tavola 2, oltre che nella Tav.7 (Carta PAI-PGRA). Come già richiamato in precedenza, in questo caso, i soli vincoli fissati dal PGRA in funzione delle pericolosità idrauliche non sono rappresentati, per necessità grafica, nella Tav 6 tematica (Vincoli), ma nella sola Tav.7 dedicata, Carta PAI-PGRA. Infine bisogna considerare che, con la approvazione della d.g.r. X/7372 del 20/11/2017, cioè con il Regolamento Regionale 7/2017, l'intero territorio comunale è attribuito alle Aree a media criticità idraulica (Aree B) ai fini della applicazione delle misure di “invarianza idraulica e idrologica” e che lo studio a ciò dedicato (Studio Comunale di gestione del Rischio Idraulico) è stato recentemente concluso ed ha introdotto, o comunque indicato, opportune misure di invarianza.

## **6.2 Vincoli derivanti dalla Pianificazione di Bacino**

Obiettivo prioritario del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Po (PAI – (d.p.c.m. 24 maggio 2001) è la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

Il PAI contiene per l'intero bacino:

- a) il completamento del quadro degli interventi strutturali a carattere intensivo sui versanti e sui corsi d'acqua, rispetto a quelli già individuati nei precedenti piani;
- b) l'individuazione del quadro degli interventi strutturali a carattere estensivo;
- c) la definizione degli interventi a carattere non strutturale, costituiti dagli indirizzi e dalle limitazioni d'uso del suolo nelle aree a rischio idraulico e idrogeologico e quindi: i) il completamento della delimitazione delle fasce fluviali sui corsi d'acqua principali del bacino; ii) l'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico prevede inoltre una serie di disposizioni che regolamentano alcune attività all'interno del bacino idrografico e sul reticolo minore non soggetto a definizione delle fasce fluviali, che andranno inserite nella regolamentazione comunale; in particolare si dovrà fare riferimento agli artt.1, 29, 30, 31, 32, 38, 38 bis, 39, 41 e comunque a tutti gli articoli delle NdA del PAI nei quali si tratta delle competenze dell'Amministrazione comunale nel recepire o specificare ulteriormente i contenuti del Piano di Assetto Idrogeologico.

### **6.2.1 Fasce fluviali PAI – d.p.c.m. 24/05/2001**

Sono riprodotti nella figura seguente i limiti consolidati delle Fasce fluviali A, B e C definiti nell'area valliva del territorio di Cremona dal PSFF e poi dal PAI.

I limiti di tutte e tre le fasce, ma soprattutto delle B e C, sono sostanzialmente limiti morfologici rigidi, naturali e/o artificiali, corrispondenti alla scarpata che delimita la Valle del Po rispetto alla Pianura, nel caso della Fascia C, e all'argine fluviale maestro, nel caso della Fascia B. La Fascia A di deflusso della piena (si veda anche nel Cap.2 la figura 2.45) è invece delimitata da argini minori, golenali. Riguardo al limite di fascia C, occorre però ricordare l'anomalia rappresentata dalla deformazione del limite esterno naturale della fascia di piena catastrofica (scarpata di valle), dovuta alla presenza, in piena valle, dell'insediamento urbano del Quartiere Po.

Inoltre, la sua tracciatura risulta imprecisa e non coerente con la morfologia dei luoghi. Dovrà essere modificata sulla base di una cartografia di adeguato dettaglio. Il tracciato dei limiti esterni delle fasce A e B è stato invece corretto nel corso del presente aggiornamento della “componente geologica”, solo per renderlo congruente con i rilevati arginali e con i poligoni del PGRA, dove di convergente interpretazione.

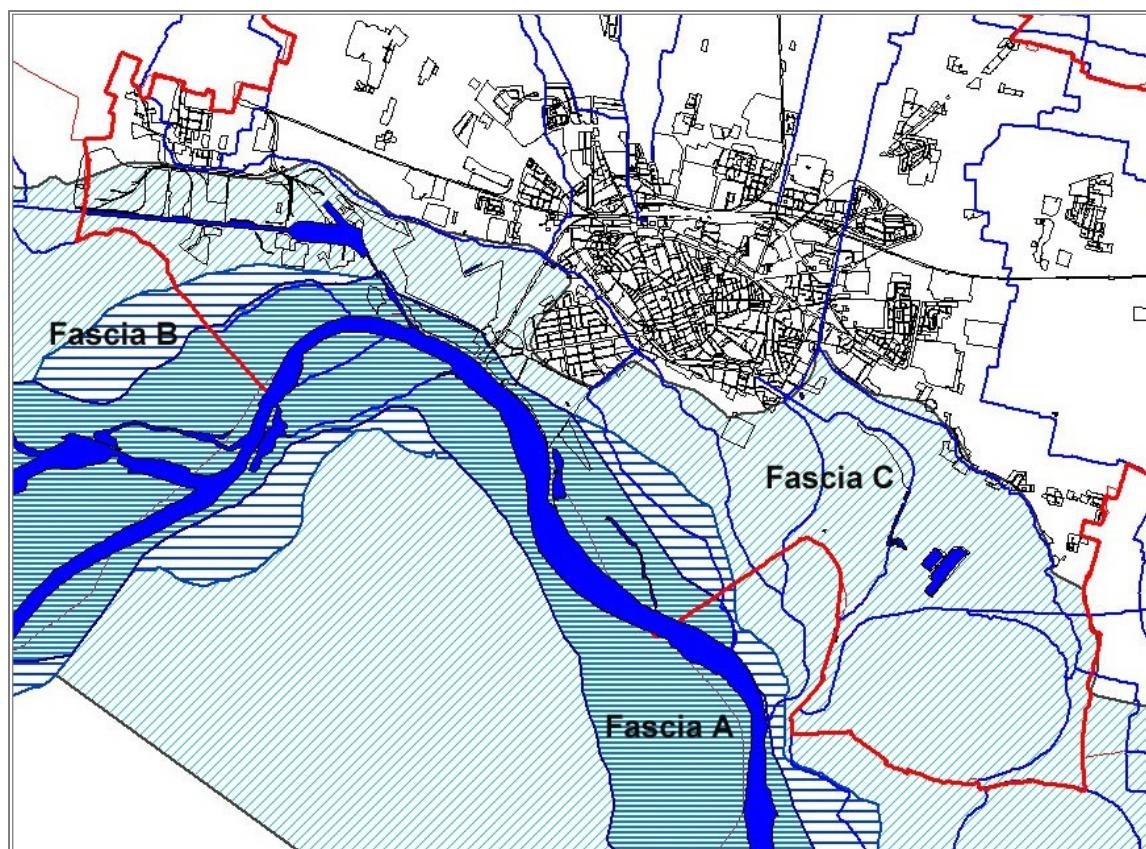


Fig. 6.1 Fasce fluviali PAI nel territorio di Cremona

Per la descrizione delle Fasce A, B e C, si fa riferimento agli artt. 29, 30 e 31 del PAI, come di seguito riportati:

**Art 29 delle NdA del PAI: Fascia di deflusso della piena (Fascia A)**

*Nella Fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento e il mantenimento delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra.*

1. *Nella Fascia A sono vietate:*

- le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli;*
- la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal Dlgs. 5 febbraio 1997, n.22, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let.l);*
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue, fatto salvo quanto previsto al comma 3, let.m);*
- le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per un'ampiezza di almeno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di*

assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente; le Regioni provvederanno a disciplinare tale divieto nell'ambito degli interventi di trasformazione e gestione del suolo e del soprassuolo, ai sensi dell'art. 41 del Dlgs 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche e integrazioni, ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del R.D. 25 luglio 1904 n. 523;

- la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto;
- il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere.

2. Sono per contro consentiti:

- i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena,
- i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m<sup>3</sup> annui;
- la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in gola, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;
- i depositi temporanei conseguenti e annessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;
- il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia;
- il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave;
- il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art.6 comma 1, let.m) del Dlgs. 5 febbraio 1997, n.22;
- l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate dal Dlgs. 5 febbraio 1997, n.22 (o per le quali sia stata presentata una comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art.31 dello stesso Dlgs 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dall'autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo;
- l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.

Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio, l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella fascia A.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

#### **Art. 30 delle NdA del PAI:** Fascia di esondazione (Fascia B)

1. Nella Fascia B il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.

2. Nella fascia B sono vietati:

- gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di vaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento della capacità di vaso in area idraulicamente equivalente;
- la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal Dlgs. 5 febbraio 1997 n. 22, fatto salvo quanto previsto al art 29 comma 3, let. l delle NdA del PAI ;
- in presenza di argini, interventi e strutture che tendano ad orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

3. Sono per contro consentiti, oltre agli interventi indicati al comma 3 dell'art 29 delle NdA del PAI:

- gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l’assetto di progetto dell’alveo derivante dalla delimitazione della fascia;
  - gli impianti di trattamento d’acque reflue, qualora sia dimostrata l’impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell’Autorità di Bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art 38 (delle NdA del PAI), espresso anche sulla base di quanto previsto dall’art. 38bis (NdA PAI);
  - la realizzazione di complessi ricettivi all’aperto, previo studio di compatibilità dell’intervento con lo stato di dissesto esistente;
  - l’accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all’art 38 del Dlgs 152/99 e successive modifiche e integrazioni;
  - il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand’esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell’autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell’Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art 38 (delle NdA del PAI), espresso anche sulla base di quanto previsto dall’art. 38bis (NdA PAI);
4. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell’area, l’assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

**Art. 31 delle NdA del PAI:** Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)  
(omissis)

4. Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C.

## 6.2.2 Aree a rischio idrogeologico molto elevato introdotte con i successivi aggiornamenti al PS267, confluite nel PAI, con rischio idraulico valutato nelle aree urbane

Come ricordato nel paragrafo 1.6.1 (Cap. 2 Idrologia e rischio idraulico), il Piano Stralcio 267 (d.l. 180/1998, poi convertito in L.267/1998), definito “Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato” è uno strumento di gestione speciale delle situazioni a più grave rischio idrogeologico presenti nel bacino del Po. Il Piano è stato approvato nel 1999 e successivamente aggiornato fino al 2004. La materia è disciplinata dal Titolo IV delle NdA del PAI (Elaborato 2, All.4.1). Nel caso di Cremona la delimitazione delle aree 267 ha avuto un iter piuttosto complesso che ha condotto alla situazione attuale, in cui le aree 267 corrispondono alle Zone I del PAI (art.51 NdA PAI) e sono ufficialmente definite nella cartografia della Autorità di Bacino. Sono definite “aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni”.

Queste fasce, inizialmente limitate al confine comunale o troncate in modo innaturale, sono poi state collegate alle fasce fluviali PAI utilizzando i tratti inondabili distali delle valli del Riglio, del Morbasco e del Colo Morta. Attualmente la parte inferiore delle valli del Morbasco e del Colo Morta, già classificata dalla Autorità di Bacino del Po come Zona F, da presumersi assimilabili alla tipologia delle zone B – Pr e I (art.51 NdA del PAI), risulta effettivamente associata alle “aree a rischio idrogeologico molto elevato”. Peraltro, come illustrato al precedente Cap.2, il Comune di Cremona ha provveduto, a più riprese alla modifica delle Zone I, sia nei limiti geografici sia nei contenuti relativi a pericolosità e rischio idraulici. L’ultima di tali modifiche è oggetto del presente aggiornamento dello studio geologico comunale.

Questa serie di operazioni, quasi sempre connesse con interventi di mitigazione del rischio, come previsto dall'art. 51 comma 5 delle NdA del PAI, hanno consentito al Comune di Cremona di pervenire al quadro attuale delle Zone I (si vedano i testi dei successivi Capitoli 7 e 8 per una illustrazione più dettagliata delle modifiche e dei risultati più recenti).



Fig. 6.2 Zone I PAI a “rischio idrogeologico molto elevato” nella configurazione successiva alle modifiche introdotte fino al 2018

**Art. 51 NdA del PAI:** Aree a rischio molto elevato nel reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura

1. omissis

2. omissis

3. Nelle aree perimetrare come ZONA I nell'Allegato 4.1 all'Elaborato 2 di Piano, esterne ai centri edificati, sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lett. a), b), c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al recupero strutturale dell'edificio o alla protezione dello stesso;
- la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché non concorrano ad incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio, e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile. I progetti relativi agli interventi ed alle realizzazioni in queste aree dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità idraulica che dovrà ottenere l'approvazione dell'Autorità idraulica competente;

– gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e successive modifiche e integrazioni, nonché di quelli di valore storico – culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;

– gli interventi per la mitigazione del rischio idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni.

**4.** Per centro edificato, ai fini dell'applicazione delle presenti Norme, si intende quello di cui all'art. 18 della L. 22 ottobre 1971, n. 865, ovvero le aree che al momento dell'approvazione del presente Piano siano edificate con continuità, compresi i lotti interclusi ed escluse le aree libere di frangia.

Laddove sia necessario procedere alla delimitazione del centro edificato ovvero al suo aggiornamento, l'Amministrazione comunale procede all'approvazione del relativo perimetro.

**5.** Nelle aree della ZONA B – Pr e ZONA I interne ai centri edificati si applicano le norme degli strumenti urbanistici generali vigenti, fatto salvo il fatto che l'Amministrazione comunale è tenuta a valutare, d'intesa con l'autorità regionale o provinciale competente in materia urbanistica, le condizioni di rischio, provvedendo, qualora necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio.

Al punto 5.3 della d.g.r. 2616 – 2011, riferendosi al precedente comma 5 dell'art. 51 delle NdA del PAI, si aggiunge:

*“Per l'effettuazione di tale valutazione di compatibilità, il comune deve seguire le procedure indicate nell'Allegato 4, verificando e garantendo la coerenza con i dati contenuti negli studi utilizzati per la perimetrazione delle medesime aree a rischio idrogeologico molto elevato. In considerazione dell'elevata criticità di tali aree le suddette valutazioni di compatibilità effettuate dal comune devono essere inviate alla Direzione Territorio e Urbanistica – U.O. Tutela e Valorizzazione del Territorio, che esprimerà parere sulle stesse. In linea generale, alla ZONA B – Pr e alla ZONA I esterne ai centri edificati, deve essere rispettivamente attribuita la classe di fattibilità 3 (con norma di cui all'art. 51, comma 2, delle NdA del PAI) e la classe di fattibilità 4 (con norma di cui all'art. 51, comma 3, delle NdA del PAI)”.*



Fig.6.3 Pericolosità idraulica nelle Zone I: H4 (rosso), H3 (arancio), H1-2 (giallo) a valle degli aggiornamenti e modifiche più recenti (vedere ultima versione); sec. All.4 d.g.r. 2616/2011

### 6.2.3 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni e PAI Titolo V

I vincoli derivanti dalla zonazione della pericolosità idraulica e del rischio idraulico secondo il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), nonché dalle successive disposizioni regionali di attuazione del Titolo V del PAI, rappresentate dalla d.g.r. X/6738/2017, sono descritti e analizzati, negli effetti ambientali e territoriali, al successivo Capitolo 3 (Carta PAI-PGRA), allo scopo dedicato. Si rimanda anche al precedente capitolo di analisi “Idrografia e rischio idraulico” che tratta il tema al paragrafo 2.6.2.

Per completezza si riporta, comunque, di seguito la figura che rappresentano la pericolosità idraulica dei due ambiti di pertinenza geografica, a valle del recepimento delle variazioni di perimetro di alcune (poche) aree allagabili e della zonazione della pericolosità idraulica secondo l’All.4 alla d.g.r. 2616/2011. Si tratta del reticolo principale RP, che riguarda l’intera valle Po e il reticolo secondario di pianura RSP, che comprende tutti i corsi d’acqua minori della valle e della pianura. Si deve tenere presente che in valle Po sono presenti contemporaneamente aree sottoposte a possibili esondazioni sia da parte del Po, sostanzialmente in coincidenza con le fasce fluviali PAI, sia da parte di altri corsi d’acqua. Le superfici interessate complessivamente, pari ad oltre il 60% del territorio comunale, sarebbero più contenute se non si considerassero due volte le aree sottoposte ad entrambe le possibilità di inondazione.

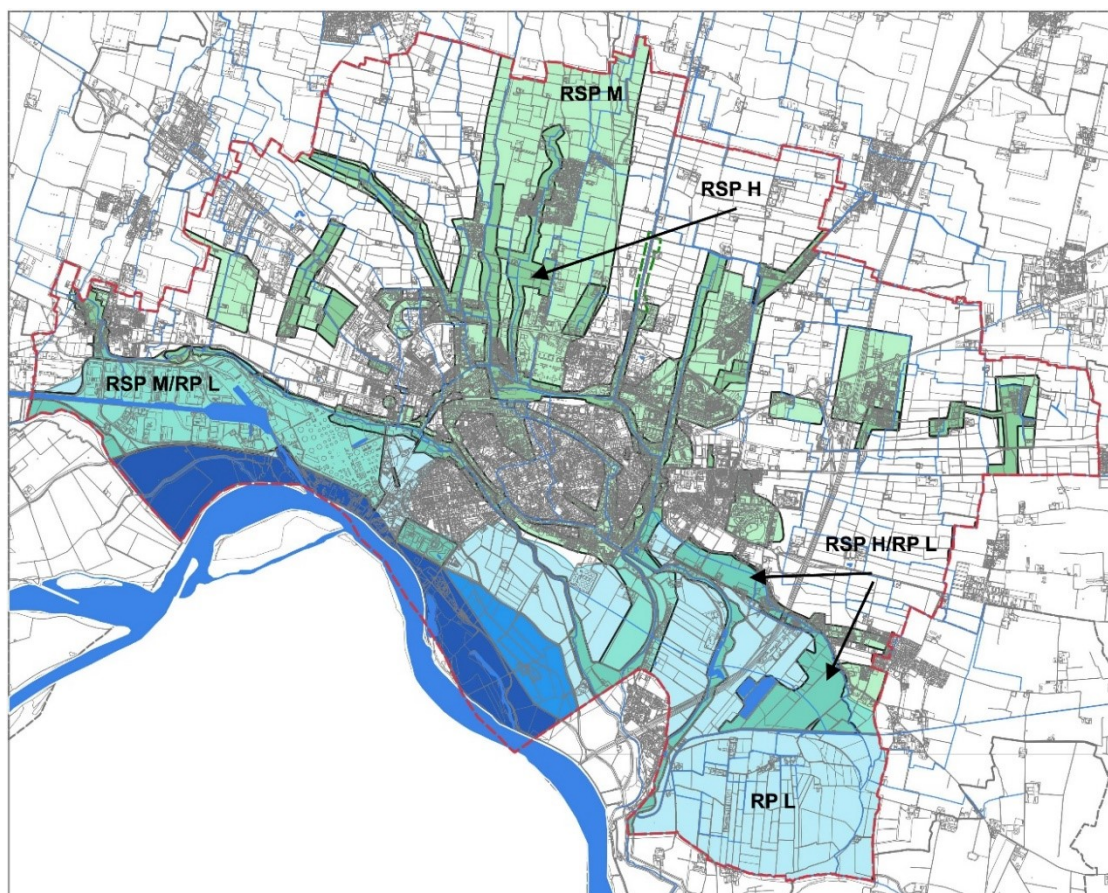


Fig. 6.4 Quadro complessivo della pericolosità idraulica sec. PGRA modificati su base pericolosità stimata 2023 (vedere Capitolo 2 e Capitolo 7, Tav.7)

### 6.3 Vincoli di polizia idraulica sul reticolo idrico

Le competenze del Comune riguardo alla gestione delle acque sono ridefinite dalla l.r. 1/2000 (Riordino del sistema delle autonomie in Lombardia), in attuazione del d.lgs. 112/1998 di revisione delle deleghe tra Stato ed enti regionali e territoriali.

Alla Regione competono, oltre ai compiti di indirizzo e programmazione generale, il monitoraggio degli usi delle acque e delle loro caratteristiche. Le Province sono invece delegate alle funzioni relative al rilascio delle autorizzazioni di ricerca idrica e attingimento, alle concessioni per le piccole derivazioni, alla delimitazione delle aree di rispetto delle captazioni potabili e alla relativa attività di polizia.

In Lombardia, le acque di superficie sono distinte in “reticolo principale” e “reticolo minore”. Il primo viene definito dalla Regione, mentre il secondo (Reticolo Idrico Minore: RIM) è approvato dalla Regione sulla base della individuazione proposta dai Comuni, ai quali spetta gestione e polizia idraulica (si vedano il punto i) del comma 108, e il comma 114 dell’art.3 della l.r. 1/2000).

Criteri di individuazione e gestione del reticolo idrico di competenza comunale, ai fini della polizia idraulica, sono stati fissati dalla d.g.r. 7/7868 del 25 gennaio 2002 (Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall’art. 3 comma 114 della l.r. 1/2000 – Determinazione dei canoni di polizia idraulica) e dalla successiva d.g.r. 7/13950 del 1 agosto 2003 (Modifica della d.g.r. 25 gennaio 2002, n. 7/7868). Successivamente, vari altri atti hanno gradualmente integrato o modificato le norme. L’ultima disposizione di attuazione dei compiti di polizia idraulica è la d.g.r. XI/5714/2021 che contiene gli elenchi aggiornati dei corsi d’acqua attribuiti alle competenze della Regione, dell’Agenzia Interregionale del Po e dei Consorzi di Bonifica.

Con l’esclusione dei corpi idrici adacquatori e distributori irrigui finali, nonché di tutti i canali artificiali privati con concessione idrica, il “reticolo idrico minore di competenza comunale, si ricava dunque dalla differenza tra reticolo idrico complessivo, e i reticoli di competenza regionale (reticolo principale) e dei Consorzi di Bonifica, e dei privati in genere”.

Nell’Allegato D alla citata d.g.r. 5714/2021, recante il titolo “ Criteri per l’esercizio dell’attività di polizia idraulica di competenza comunale”, si riassumono i criteri guida per la definizione del reticolo di competenza comunale, per la individuazione del demanio idrico e per la perimetrazione delle relative fasce di rispetto dei corpi idrici. Per queste e per l’esercizio delle funzioni di Polizia Idraulica, si fa tuttora riferimento alle norme del r.d. 25 luglio 1904 n. 523 (Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie) sui corsi d’acqua pubblici e al Regolamento Regionale 3/2010 per i tratti di proprietà dei Consorzi Irrigui e/o di Bonifica.

In particolare le fasce di rispetto, che devono tenere conto anche delle aree “storicamente soggette ad esondazioni”, sono definite secondo il dettato, poco adeguato nella forma e sostanza alla situazione attuale, dell’96 del r.d. n. 523/1904 (divieto assoluto di piantagioni e movimento di terreno ad un distanza inferiore a 4 mt e divieto assoluto di edificazione e scavi a distanza inferiore di 10 mt). Nel caso dei Consorzi di bonifica, si applica quanto stabilisce il Regolamento Regionale 3/2010 (Regolamento di polizia idraulica ai sensi dell'articolo 85, comma 5, della legge regionale 5 dicembre 2008, n. 31 'Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo)

Recentemente, la l.r.4 del 15/3/2016 (Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua) è intervenuta su vari aspetti relativi alla gestione del reticolo idrico (Gestione coordinata, dei reticoli, e Criteri per la determinazione e riscossione dei canoni di polizia idraulica) e per la compatibilità di opere e occupazioni che si trovino attualmente entro i limiti di 10 m di ampiezza delle fasce di rispetto del demanio idrico. Nel successivo Capitolo 5 (Fattibilità geologica) sono riassunte le disposizioni della legge 4 sui reticoli idrici, considerata la rilevanza di esse rispetto alle competenze del Comune come autorità idraulica.

Nel caso del reticolo comunale di Cremona, le fasce di rispetto sono ampie 10 m su entrambi i lati del corso d'acqua, a partire dal piede esterno dell'argine o dalla sommità di sponda. Queste fasce sono tuttavia ridotte a 5 m per lato in tutte le aree comprese nel perimetro dell'“Edificato”, come definito sulla base delle immagini aeree AGEA 2015, similmente a quanto richiesto per l'applicazione delle salvaguardie del PGRA. Considerato, però, che diversi corpi idrici o parte di essi, quando non in percorso sotterraneo, sono stati trasferiti dal 2020 alla competenza del Consorzio DUNAS, di fatto tutti i corsi d'acqua del RIM attuale si trovano all'interno dell'edificato ed hanno una fascia di 5 m. Una identica fascia di 5 m per lato di ciascun corpo idrico viene applicata dal Consorzio di Bonifica Dugali - Naviglio – Adda - Serio (DUNAS) ai canali di propria competenza sulla base del citato r.r. 3/2010 e di quanto disposto in merito dalla l.r. 4/2016. Il Consorzio si riserva di ampliare la fascia a 10 m in casi specifici.

Deroghe ulteriori o modifiche dell'ampiezza delle fasce sono possibili solo sulla base di appositi studi geologici e idraulici ai sensi della d.g.r. 2616/2011 e con l'approvazione di apposite “discipline locali, da intendersi anche quali previsioni urbanistiche vigenti a livello comunale”, da recepirsi nello strumento urbanistico.

Tutta la materia è comunque stata oggetto di revisione e aggiornamento recente e risulta recepita nel PGT vigente (2018) come Documento di Polizia Idraulica (DPI). Con il nuovo studio sono stati definiti i corpi idrici di competenza comunale, le fasce di rispetto e il relativo Regolamento di Polizia Idraulica. Da esso sono attinte le mappe dei percorsi dei reticoli idrici del Comune e del Consorzio di Bonifica, con relative caratteristiche, modificate nella attribuzione dei percorsi e delle fasce nel caso dei trasferimenti di competenza citati. La allegata Tavola 6 (Vincoli geologici), nonché la Tavola 2 Idrologia e idraulica, riproducono la edizione attualmente vigente del reticolo idrico, con alcune variazioni dovute a correzioni di tracciati idrici.

Complessivamente, il reticolo di competenza comunale è costituito ora da 12 corpi idrici, corsi d'acqua o frazioni di essi, di più tipologie : canali e coli, anche storici, a servizio della città edificata, canali con funzioni miste di drenaggio e salvaguardia idraulica, tratti terminali di corsi d'acqua irrigui e di bonifica. Lo sviluppo lineare complessivo è pari a solo 11,7 km, dei 26 fino al 2020. Il reticolo consortile è molto più esteso, circa 157 km e rappresentato da rogge e colatori, alcuni dei quali assai importanti per le funzioni idrauliche che assolvono a vantaggio degli equilibri idraulici anche extra cittadini. Da ricordare che tra i corsi d'acqua del reticolo privato, non soggetto a vincoli di salvaguardia, vi sono corsi d'acqua importanti come lo stesso Naviglio Civico della Città di Cremona,

almeno per la sua parte esterna alla città edificata, mentre altrettanto importanti sono i cavi sotterranei storici della Cremonella e Fossa Civica.

Infine, una sola asta fluviale, quella del Po, rappresenta il reticolo principale di competenza AIPO (RIP), per una lunghezza di circa 6 km, dei quali però meno di due effettivamente inclusi nel perimetro amministrativo del comune, se calcolati in corrispondenza della linea di mezziera dell'alveo attuale.

Su questa rete idrica (RIM+RIB+RIP) sono state costruite, con una procedura abbastanza complessa, le fasce di rispetto e salvaguardia, nelle dimensioni sopra richiamate.



Fig. 6.5 Reticolo principale (alveo Po), reticolo minore comunale (blu; in azzurro i corpi idrici storici a "specifico regime"); in viola i reticoli dei Consorzi di Bonifica; in arancione il Naviglio Civico

Le fasce vincolate attorno ai corpi idrici assumono forme e dimensioni molto diverse da situazione a situazione, considerate le modalità con cui le norme di settore ne prevedono il tracciamento.

I 10 m o, in genere, 5 metri di fascia di rispetto sono, infatti, applicati ai poligoni derivanti dalla unione di più elementi poligonali; il principale dei quali è quello indicato come "area tra le sponde", rappresentativo dell'alveo potenziale compreso tra le sommità spondali, e diverso dall'"area bagnata", almeno in tutti i corsi d'acqua di morfologia naturaliforme.

Alla “area tra le sponde” si sono poi aggiunti gli argini in froldo o quelli delimitanti aree molto prossime al corso d’acqua, e alcune aree “golenali”, quando, appunto di dimensioni contenute.

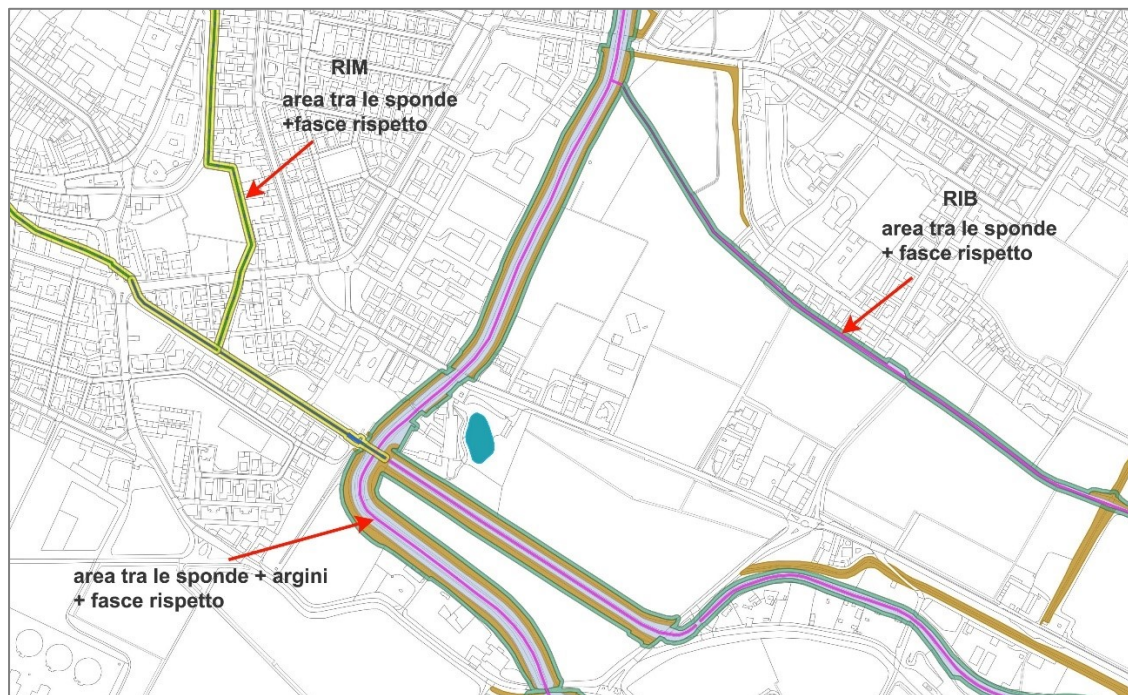


Fig.6.6 Fasce di rispetto dei corpi idrici nell’area sud- est del centro su corsi d’acqua

Questo insieme di aree dà origine ad un poligono più ampio al cui margine si aggiungono le fasce di rispetto da dedicarsi, propriamente, all’esercizio della polizia idraulica. Queste ultime raggiungono complessivamente, con le riduzioni introdotte per i canali consortili e le aree edificate, 1,7 km<sup>2</sup>, che aggiunti alle altre superfici prima definite (aree tra le sponde, argini, golene), arrivano a circa 3,8 km<sup>2</sup>, cioè il 5 % della superficie del Comune.

#### 6.4 Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

Alle Regioni e alle Provincie, anche attraverso l’Assemblea d’Ambito e i Gestori Idrici, sono assegnate le competenze sulla gestione e sul monitoraggio delle acque sotterranee relativamente agli indirizzi generali (Piani di Tutela delle Acque e di gestione delle risorse idriche) e il controllo quali – quantitativo e di concessione di derivazione idrica. Ai Comuni competono invece tutti gli interventi di tipo urbanistico, operativo e pianificatorio, finalizzati alla messa in atto delle salvaguardie ambientali, alla prevenzione dell’inquinamento da fonti puntuali e diffuse, alla corretta gestione del ciclo idrico secondo le norme regionali e i regolamenti locali.

La risorsa acqua, quando destinata a consumo umano, è soggetta al d.lgs 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i.. Esso abroga e sostituisce (art.175) il d.lgs 11 maggio 1999 n. e le normative precedenti. .

Il d.lgs 152/2006 nella sezione II della parte III fornisce indicazioni sugli obiettivi di qualità dei corpi idrici, sulla tutela quali-quantitativa delle risorse idriche e sulla disciplina degli scarichi. Queste indicazioni sono ora riproposte al Titolo III delle NTA del Piano di Tutela delle Acque 2017 e

implementate nel Programma delle Misure, di cui al Titolo IV dello stesso PTA, come dettagliato nell'Allegato "Misure di Piano".

La salvaguardia attiva affidata ai Comuni è tuttora definita con le disposizioni attuative dei Regolamenti Regionali 2, 3 e 4 – 2006 previsti dalla l.r.26/2003.

In particolare l'art.6 del r.r.2/06 stabilisce "Disposizioni finalizzate al risparmio e al riutilizzo della risorsa idrica" con evidenti ricadute sulle norme ambientali, edilizie ed urbanistiche e da recepirsi in un nuovo regolamento edilizio entro 5 mesi complessivi dalla emanazione della legge.

La salvaguardia passiva avviene attraverso la definizione e gestione di aree in cui sono regolamentati gli usi e le attività. Tipi e caratteri di queste aree di salvaguardia risultavano indicati nell'art.21 del d.Lgs. 152/99, a modifica del DPR 236/88, ed ora ripresi all'art.94 del d.Lgs. 152/2006 e s.m.i.. La specifica disciplina per la delimitazione e gestione delle aree di salvaguardia, già demandata alle Regioni dal d.Lgs. 152/99 ed anticipata in Lombardia dalla d.g.r. 27/06/96 n.15137, è stata integrata dalla d.g.r. 10/04/2003 n.7/12693, tenuto conto dell'Accordo della Conferenza Permanente Stato – Regioni del 12/12/2002.

Le "Zone di Tutela" e le "Zone di rispetto" sono approvate dalle Province, a ciò delegate dalla Regione (l.r. 1/2000) e dall'ATO, su proposta dei gestori del Servizio Idrico Integrato, mentre i Comuni hanno la responsabilità della delimitazione e gestione delle stesse zone, quando relative ad acque erogate con pubblici acquedotti (art. 42 l.r. 26/03 come modificata dalla l.r. 18/06).

Le "Zone di Protezione", infine, sotto forma in particolare di "aree di ricarica e zone di riserva" sono definite, per ora, dai soli strumenti regionali (Programma di Tutela) e anch'esse recepite negli strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale anche di livello locale.

Secondo il citato art. 94 del d.lgs 152/06, le Regioni individuano le aree di salvaguardia distinguendole in "Zone di tutela assoluta" e "Zone di rispetto". Nella norma, le stesse sono così definite :

#### **Punto 3 art. 94**

*3. La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni: essa, in caso di acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa ed a infrastrutture di servizio".*

#### **Punto 4 art.94**

*4. La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:*

- dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;*
- accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;*
- spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni in uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;*
- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;*
- aree cimiteriali,*
- apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;*
- apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali – quantitative della risorsa idrica;*

– gestione di rifiuti;  
– stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;  
– centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;  
– pozzi perdenti;  
– pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

**Punti 5 e 6 art.94**

**5.** Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Le Regioni e le Province autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture o attività:

– fognature;  
– edilizia residenziale e le relative opere di urbanizzazione;  
– opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;  
– distribuzione di concimi chimici e fertilizzanti in agricoltura nei casi in cui esista un piano regionale o provinciale di fertilizzazione;  
– le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di fertilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4

**6.** In assenza dell'individuazione da parte della Regione della zona di rispetto ai sensi dell'art.4, comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 m di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

La Regione Lombardia con la d.g.r. 10/4/2003 n. 7/12693 disciplina le seguenti attività all'interno della zona di rispetto.

- a) fognature (collettori di acque bianche, nere, miste e opere d'arte connesse, pubbliche e private)
- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- c) opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
- d) distribuzione di concimi chimici e fertilizzanti in agricoltura nei casi in cui esista un piano regionale o provinciale di fertilizzazione.

Di seguito si riporta lo stralcio del punto 3 dell'Allegato 1 alla d.g.r. 7/12693 – 2003:

**3.1 Realizzazione di fognature**

(omissis).....I nuovi tratti di fognatura da situare nelle zone di rispetto devono:

– costituire un sistema a tenuta bidirezionale, cioè dall'interno verso l'esterno e viceversa, e recapitare esternamente all'area medesima;

– essere realizzati evitando, ove possibile, la presenza di manufatti che possano costituire elemento di discontinuità, quali i sifoni e le opere di sollevamento.

Ai fini della tenuta tali tratti potranno... (omissis) .... essere realizzati in cunicoli impermeabilizzati inclinati verso l'esterno della fascia di rispetto e dotati di pozzetti rompitratta a tenuta e ispezionabili. ....(omissis)

Nella zona di rispetto di una captazione da acquifero non protetto:

– non è consentita la realizzazione di fosse settiche, pozzi perdenti, bacini di accumulo di liquami e impianti di depurazione;

– è in generale opportuno evitare la dispersione di acque meteoriche, anche provenienti da tetti, nel sottosuolo e la realizzazione di vasche di laminazione e di prima pioggia.

..(omissis)...

**3.2 Realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione**

Al fine di proteggere le risorse idriche i Comuni, nei propri strumenti di pianificazione urbanistica, favoriscono la destinazione delle zone di rispetto dei pozzi destinati all'approvvigionamento potabile a "verde pubblico", ad aree agricole o ad usi residenziali a bassa densità abitativa.

*Nelle zone di rispetto:*

– per la progettazione e la costruzione degli edifici e delle infrastrutture di pertinenza non possono essere eseguiti sondaggi e indagini di sottosuolo che comportino la creazione di vie preferenziali di possibile inquinamento della falda;  
– le nuove edificazioni possono possedere volumi interrati che non dovranno interferire con la falda captata; in particolare dovranno avere una distanza non inferiore a 5 m dalla superficie freatica, qualora l'acquifero freatico sia oggetto di captazione. Tale distanza dovrà essere determinata tenendo conto delle oscillazioni piezometriche di lungo periodo (indicativamente 50 anni).

*In tali zone non sono inoltre consentiti:*

– la realizzazione, a servizio delle nuove abitazioni, di depositi di materiali pericolosi non gassosi, anche in serbatoio di piccolo volume a tenuta, sia nel suolo che nel sottosuolo (stoccaggio di sostanze chimiche pericolose ai sensi dell'articolo 21, comma 5, lettera i) del Dlgs 152/99);  
– l'insediamento di condotte per il trasporto di sostanze pericolose non gassose;  
– l'utilizzo di diserbanti e fertilizzanti all'interno di parchi e giardini, a meno che presentino una ridotta mobilità nei suoli.

### **3.3 Realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio**

*Nelle zone di rispetto è consentito l'insediamento di nuove infrastrutture viarie e ferroviarie, fermo restando il rispetto delle prescrizioni di seguito specificate.*

*Le infrastrutture viarie a elevata densità di traffico (autostrade, strade statali, provinciali, urbane a forte transito) devono essere progettate e realizzate in modo da garantire condizioni di sicurezza dallo sversamento ed infiltrazione di sostanze pericolose in falda, prevedendo allo scopo un manto stradale o un cassonetto di base impermeabili e un sistema per l'allontanamento delle acque di dilavamento che convogli gli scarichi al di fuori della zona indicata o nella fognatura realizzata in ottemperanza alle condizioni in precedenza riportate.*

*Lungo tali infrastrutture non possono essere previsti piazzali per la sosta, per il lavaggio dei mezzi di trasporto o per il deposito, sia sul suolo sia nel sottosuolo, di sostanze pericolose non gassose.*

*Lungo gli assi ferroviari non possono essere realizzati binari morti adibiti alla sosta di convogli che trasportano sostanze pericolose.*

*È vietato, nei tratti viari o ferroviari che attraversano la zona di rispetto, il deposito e lo spandimento di sostanze pericolose, quali fondenti stradali, prodotti antiparassitari ed erbicidi, a meno di non utilizzare sostanze che presentino una ridotta mobilità nei suoli.*

*Per le opere viarie o ferroviarie da realizzare in sottosuolo deve essere garantita la perfetta impermeabilizzazione delle strutture di rivestimento e le stesse non dovranno interferire con l'acquifero captato, in particolare dovrà essere mantenuta una distanza di almeno 5 m dalla superficie freatica, qualora l'acquifero freatico sia oggetto di captazione. Tale distanza dovrà essere determinata tenendo conto delle oscillazioni piezometriche di lungo periodo (indicativamente 50 anni).*

*È opportuno favorire la costruzione di cunicoli multiuso per il posizionamento di varie infrastrutture anche in tempi successivi, in modo da ricorrere solo in casi eccezionali ad operazioni di scavo all'interno della zona di rispetto.*

### **3.4 Pratiche agricole**

*Nelle zone di rispetto sono consigliate coltivazioni biologiche, nonché bosco o prato stabile, quale ulteriore contributo alla fitodepurazione.*

*È vietato lo spandimento di liquami e la stabulazione, come previsto dal Regolamento Attuativo della legge regionale n. 37 del 15 dicembre 1993 "Norme per il Trattamento, la maturazione e l'utilizzo dei reflui zootecnici".*

*Per i nuovi insediamenti e per quelle aziende che necessitano di adeguamenti delle strutture di stoccaggio, tali strutture non potranno essere realizzate all'interno delle aree di rispetto, così come dettato dall'art. 9 punto 7 del Regolamento Attuativo della legge regionale n. 37 del 15 dicembre 1993 "Norme per il trattamento, la maturazione e l'utilizzo dei reflui zootecnici".*

*L'utilizzo di fertilizzanti di sintesi e di fanghi residui di origine urbana o industriale è comunque vietato.*

*Inoltre l'utilizzo di antiparassitari è limitato a sostanze che presentino una ridotta mobilità all'interno dei suoli.*

Con la stessa delibera 7/12693 – 2003, al **punto 4**, la Regione Lombardia fornisce le seguenti indicazioni relative all'apertura di nuovi pozzi ad uso idropotabile:

*L'ubicazione di nuovi pozzi ad uso potabile deve essere di norma prevista in aree non urbanizzate o comunque a bassa densità insediativa.*

*L'accertamento della compatibilità tra le strutture e le attività in atto e la realizzazione di una nuova captazione, con la delimitazione della relativa zona di rispetto ai sensi della Dgr. 14237/96, è effettuata dalla provincia sulla base degli studi prescritti, integrati dai risultati delle indagini effettuate sulle strutture e attività presenti nella zona medesima.*

#### **4.1 Aree scarsamente urbanizzate**

*La delimitazione della zona di rispetto è operata sulla base del criterio idrogeologico o temporale, non essendo consentita per le nuove captazioni, l'applicazione del criterio geometrico.*

*Allo scopo di proteggere le risorse idriche captate, i Comuni favoriscono, negli strumenti di pianificazione urbanistica, la localizzazione dei pozzi captanti acque da acquiferi non protetti in aree già destinate a "verde pubblico", in aree agricole o in aree a bassa densità abitativa.*

#### **4.2 Aree densamente urbanizzate**

*Qualora un nuovo pozzo debba essere realizzato in aree densamente urbanizzate, con sfruttamento di acquiferi vulnerabili ai sensi della Dgr. 15137/96, la richiesta di autorizzazione all'escavazione dovrà documentare l'assenza di idonee alternative sotto il profilo tecnico/economico.*

*La richiesta, fermi restando i contenuti previsti dalla citata deliberazione, sarà inoltre corredata da:*

- l'individuazione delle strutture e attività presenti nella zona di rispetto;*
- la valutazione delle condizioni di sicurezza della zona, contenente le caratteristiche e le verifiche idrauliche e di tenuta delle eventuali fognature presenti, documentate anche mediante ispezioni, le modalità d'allontanamento delle acque, comprese quelle di dilavamento delle infrastrutture viarie e ferroviarie e di quelle eventualmente derivanti da volumi edificati sottiacenti al livello di falda;*
- il programma d'interventi per la messa in sicurezza della captazione, che potrà prevedere a tale fine interventi sulle infrastrutture esistenti, identificando i relativi costi e tempi di realizzazione.*

*Nel caso considerato, non essendo possibile la delimitazione di una vera e propria zona di rispetto, il criterio di protezione della captazione sarà di tipo dinamico e la concessione di derivazione d'acqua indicherà le prescrizioni volte alla tutela della qualità della risorsa idrica interessata, quali la realizzazione del predetto programma degli interventi, la messa in opera di piezometri per il controllo lungo il flusso di falda e la previsione di programmi intensivi di controllo della qualità delle acque emunte.*

La definizione tecnica dei criteri di delimitazione delle aree di rispetto dei pozzi e delle sorgenti si rifà tuttora alla d.g.r. 6/15137/1996. Essa definisce le caratteristiche minime delle indagini da sviluppare ai fini della delimitazione delle aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili a sostegno della richiesta di nuove captazioni e gli stessi criteri tecnici per la delimitazione. Le aree di salvaguardia, in particolare la zona di rispetto (ZdR) può essere identificata con criterio geometrico, criterio temporale, o criterio idrogeologico.

Con il "criterio geometrico" si fissa una area di salvaguardia circolare attorno alla testa del pozzo, di raggio non inferiore a 200 m. È utilizzata per i nuovi pozzi, in attesa di completamento e definizione della ZdR con criteri più affidabili o per pozzi già esistenti che non si intenda riprogettare.

Con il "criterio temporale", che si applica nel caso di acquiferi vulnerabili, "la ZdR viene individuata quale involucro dei punti isocroni circostanti il pozzo in condizioni di emungimento a regime, con la massima portata prevista di esercizio, dai quali l'acqua impiega un determinato "tempo di sicurezza" per raggiungere il punto di captazione attraverso il mezzo saturo". Il tempo di sicurezza è assunto il 60 gg, o 180 – 360 gg nel caso di ZdR allargata.

Infine il criterio idrogeologico si applica alle sole situazioni di captazione da falde protette e utilizza una ZdR ridotta, che può arrivare a coincidere con la zona di tutela assoluta (ZTA), corrispondente ad una area circolare minima di 10 m di raggio.

Infine, la stessa d.g.r. 15137/96 chiarisce che *“nel caso di campi – pozzi, la ZdR sarà definita dall’inviluppo delle ZdR dei singoli pozzi, qualora queste ultime siano state individuate con criterio geometrico, o dall’inviluppo dei punti isocroni a 60 gg, calcolando una situazione di emungimento a regime con i pozzi simultaneamente in funzione alle massime portate previste di esercizio, qualora si adotti il criterio temporale”*.

Nel caso di Cremona insistono sul territorio comunale due principali aree di salvaguardia per captazioni idriche, corrispondenti alle aree di inviluppo delle ZdR temporali dei pozzi esistenti nei due campi – pozzi ad est e nord – ovest del centro città, gestiti da Padania Acque.

A proposito di queste, si vedano le figure seguenti 6.7 e 6.8. Da ricordare che i campi pozzo dispongono comunque, anche di una protezione dinamica, rappresentata da una serie di piezometri di controllo in grado di segnalare in tempo l’eventuale arrivo di inquinanti lungo la direzione di flusso delle falde captate.

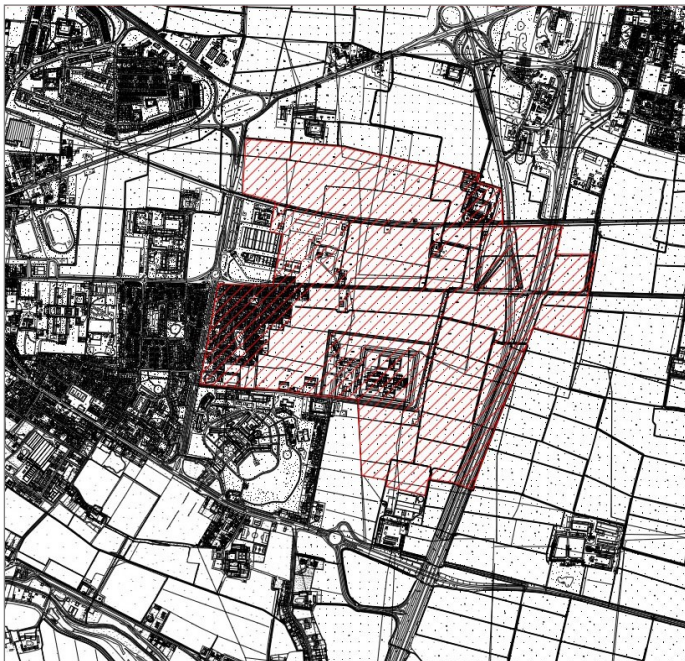


Fig. 6.7

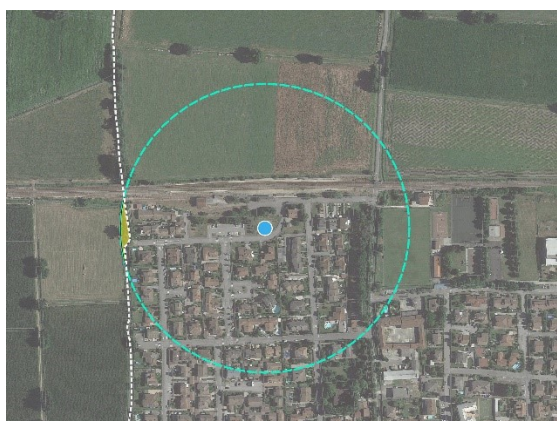
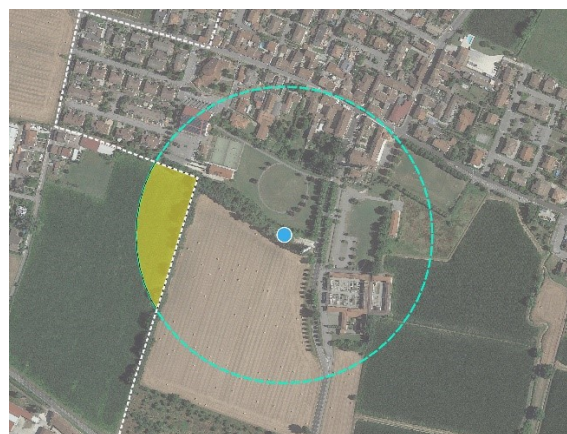
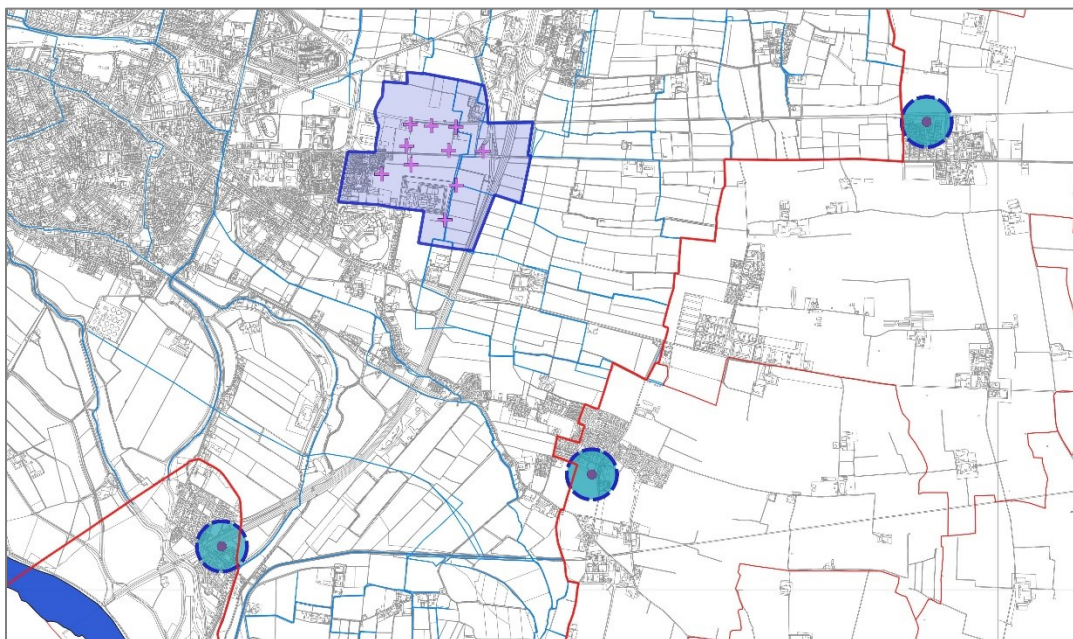
ZdR di inviluppo del campo pozzi est di Padania Acque



Fig. 6.8

ZdR di inviluppo del campo pozzi ovest di Padania Acque

Non sono presenti, sul territorio comunale di Cremona, altri pozzi di approvvigionamento potabile attualmente in funzione, ed anzi, i pozzi Padania Acque dei due campi alimentano anche nuclei abitati limitrofi. Tuttavia esistono pozzi non lontani dai confini comunali che generano Zone di Rispetto intersecanti superfici comunali di Cremona. Sono il pozzo Bonemerse (cod. 190060002), il pozzo Malagnino (cod. 190560003) e il pozzo Gerre de' Caprioli (cod.190480002). Occupano circa 2,4 ettari di terreni prevalentemente agricoli, di Cremona.



Figg. 6.9, 10, 11, 12

ZdR del campo pozzi est e dei pozzi Gerre de' Caprioli, Bonemerse e Malagnino. Questi ultimi generalmente inattivi e considerati pozzi "di riserva"

## 6.5 Indicazioni del PTCP e del PPR

### 6.5.1 Geositi

In Lombardia, siti di importanza e interesse geologico sono stati inizialmente individuati come “geotopi” nella l.r. 33/1977 e successivamente inseriti nella normativa della Legge quadro dei parchi n.83/1986. La l.r. 83/86 istituisce infatti, tra l’altro, le “zone di particolare rilevanza naturale e ambientale” e i “monumenti naturali”, inserendo, all’interno di questi ultimi, i precedenti geotopi. A partire dal 2000 è stato avviato dall’APAT (ora ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) il progetto di “Conservazione del Patrimonio Geologico Italiano”, ripreso nel 2004 in Lombardia nell’ambito delle attività, tuttora in corso, del progetto CARG (nuova Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50000).

Questa possibilità di tutela specifica riferita a beni di rilevanza geologica è stata reintrodotta nella normativa di applicazione dell’art.57 della legge urbanistica 12/2005, che prevede gli studi geologici a supporto della redazione dei PGT. Con la d.g.r. 22/12/2005 n.8/1566, infatti, è stata riproposta la possibilità di individuazione di geositi con gli studi comunali e ne è stato fornito l’elenco a quella data. La più recente d.g.r. 9/2616 – 2011 sostituisce e aggiorna tale elenco con un nuovo “Allegato 14”.

La tabella dell’Allegato “evidenzia, per ciascun sito, il motivo di interesse scientifico prevalente (campo “Valore”), cui il citato art. 22 collega uno specifico dispositivo di tutela, e il livello territoriale di interesse (*L = locale, R = regionale, N = nazionale, E = europeo, M = mondiale*). Sono inoltre evidenziate le sovrapposizioni, anche parziali, con il sistema delle aree protette (Rete Natura 2000, Parchi, Riserve Naturali)”.

Si tratta complessivamente di 264 aree segnalate e vincolate, delle quali solo 9 appartengono al territorio della provincia di Cremona. Tra queste, vi sono due “lanche” e una area umida a prevalente interesse naturalistico, e quattro “bodri” più il “moso” di Bagnolo Cremasco di valore definito “geomorfologico”. Di interesse geostrutturale è indicato il geosito del Pianalto di Romanengo.

La formalizzazione dello status dei geositi si è compiuto definitivamente con il Piano Paesaggistico Regionale, approvato dalla Giunta Regionale con Deliberazione 16 gennaio 2008, n. 8/6447. Esso ha introdotto i geositi come nuova categoria di tutela e valorizzazione del territorio, in chiave peraltro paesistica, definendoli all’art. 22 dell’articolato normativo di Piano.

Art. 22 PPR comma 3 (in riferimento alle tipologie prevalenti nell’area cremonese)

*“I geositi di prevalente interesse geografico, geomorfologico, paesistico, naturalistico, idrogeologico, sedimentologico sono oggetto di attenta e specifica salvaguardia al fine di preservarne la specifica conformazione e connotazione. Sono pertanto da escludersi tutti gli interventi che possano alterarne o comprometterne l’integrità e la riconoscibilità causando sbancamenti o movimenti di terra significativi, introduzione di elementi di interferenza visuale, cancellazione dei caratteri specifici; le province e i parchi promuovono la valorizzazione museale e/o didattica dei siti suddetti, anche tramite la proposta di geoparchi, in sinergia con la definizione delle reti di percorsi e di itinerari di fruizione paesaggistica del proprio territorio”.*

Al comma 6 dell'art.22 si precisa:

*“Le province e i parchi regionali tramite i propri P.T.C. procedono alla più precisa perimetrazione dei geositi di rilevanza regionale ed introducono “previsioni conformative di maggiore definizione” funzionali alla salvaguardia dei beni secondo quanto indicato ai commi successivi; è inoltre facoltà di province e parchi regionali procedere all’individuazione dei geositi di rilevanza locale, secondo le procedure di tipizzazione utilizzate dalla Regione per quelli di rilevanza regionale”.*

È dunque facoltà delle Province, attraverso i Ptcp, e tramite esse, dei Comuni, non solo proporre la istituzione di geositi di rilevanza regionale o superiore, quanto anche istituirne di ulteriori, di rilevanza locale.

Del resto una indicazione di questo tipo era già stata fornita con la d.g.r. 8/6421 – 2007 “Criteri e indirizzi relativi ai contenuti paesaggistici dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali”, che, colloca i Geositi all’interno degli “Ambiti di prevalente valore naturale”.

Nel caso della Provincia di Cremona, una serie di siti da identificare come geositi sono stati identificati con la Variante 2009 al PTCP. Con la successiva Variante di adeguamento del PTCP al PTR (2013), e in particolare con il lavoro di revisione e proposta “I Geositi della Provincia di Cremona: analisi idro-geomorfologica” (P.L.Vercesi 2013), tutto l’ambito della Valle dei Navigli è stato riconsiderato e una interpretazione parzialmente diversa è stata attribuita anche all’area di Cava Tigozzi. Si ritiene che l’area in rilievo ad est della valle non sia da attribuire necessariamente ad un deposito pre-olocenico, come da interpretazione geologica tradizionale. Pertanto il geosito “Valle dei Navigli viene esteso anche ad est della valle del Morbasco e quest’ultima è separata per la sua morfologia e attività recente. Il solco inciso terminale è anche proposto per un livello di tutela maggiore (livello 2) rispetto alla Valle dei Navigli nel suo insieme (livello 1). Peraltro, la Carta A del PTCP 2013 (Indirizzi per il Sistema paesistico-ambientale) separa comunque, e comprensibilmente, le aree ad est del Morbasco (Sistema dei Dossi) da quelle ad ovest (Valle dei Navigli).

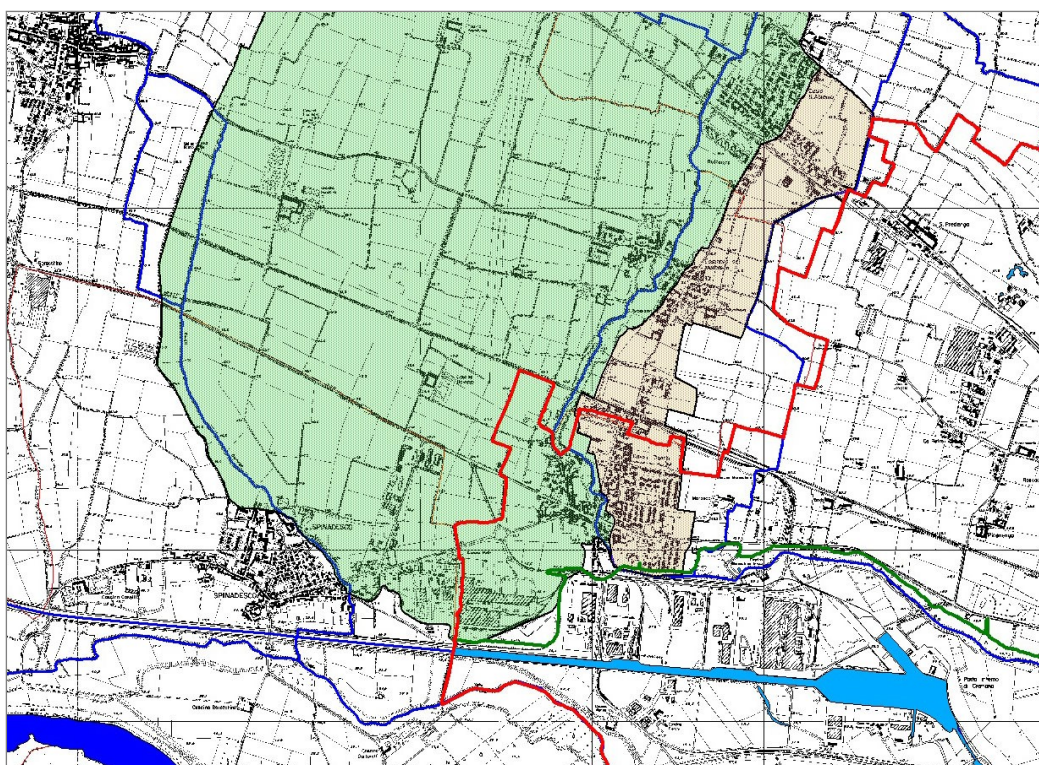


Fig. 6.13  
I Geositi  
individuati dal  
PTCP 2009 ad  
ovest di  
Cremona

La figura seguente illustra la situazione successiva alla Variante 2013 del PTCP. La normativa di riferimento è contenuta al Punto 1 dell'art.16 delle norme approvate il 27/10/2021 dal Consiglio Provinciale di Cremona. Il Piano assume la proposta "Vercesi" come propria ed elenca 31 geositi per la provincia di Cremona. La Valle dei Navigli, che non è rappresentata nel Piano Paesaggistico, è indicata come di interesse "geomorfologico, naturalistico, idrogeologico".

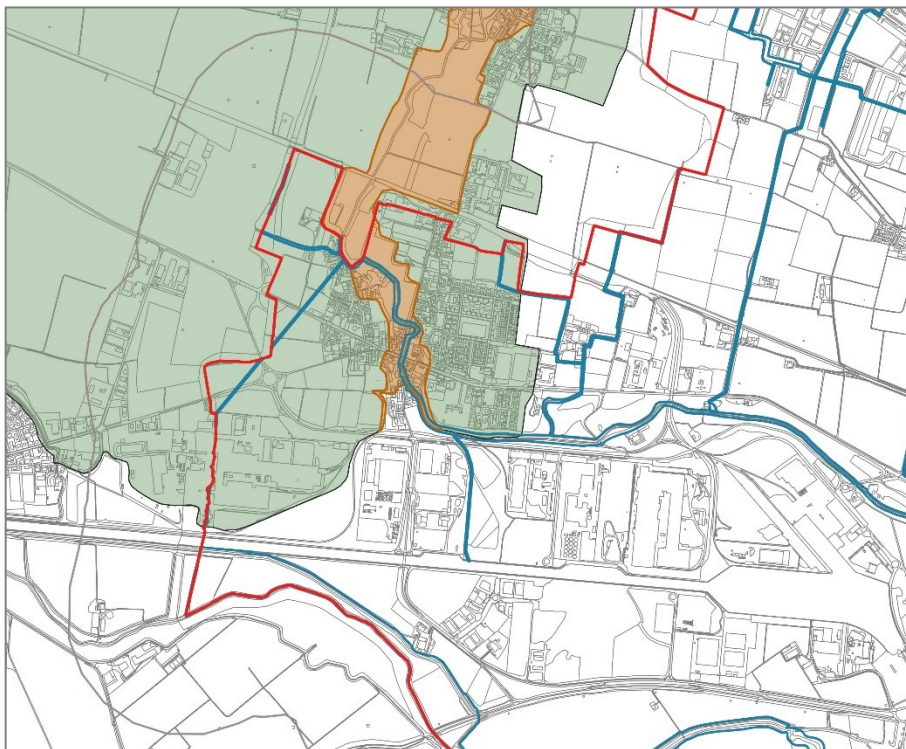


Fig.6.14

Il geosito nella proposta 2013, separato nei due livelli di tutela  
Livello 1 (verde) tutte le aree della Valle dei Navigli, comprensiva del Dosso di Cava Tigozzi est  
Livello 2, maggiore (marrone) l'incisione recente del Morbasco

La norma prevede tre livelli di tutela crescente, da 1 a 3. Nelle aree di livello 2 (incisione Morbasco) : *“Le trasformazioni del territorio, che prevedano modificazioni geo-morfologiche sono consentite solo per l'adeguamento funzionale e/o ampliamento delle attività già presenti.”* La norma presta particolare attenzione alla conservazione delle forme, richiedendo la tutela, in particolare, delle scarpate : *“L'attività agricola e ogni altra attività nei territori liberi interni al geosito dovranno tener conto della salvaguardia e della valorizzazione delle forme geologiche e geomorfologiche evidenziate nelle tavole dell'allegato f”* (Allegato F, Carta F ?).

Non risulta presente, nell'area considerata, il livello massimo di tutela: Livello 3.

Naturalmente valgono gli indirizzi di tutela previsti dall'art.22 delle Norme del Piano Paesaggistico Regionale.



### 6.5.2 Altre aree sottoposte a tutela

Specifiche norme di tutela sono invece prescritte dal PTCP relativamente ad una serie di oggetti ambientali. Quelli esistenti sul territorio di Cremona e qui considerati sono:

- a) gli orli di scarpata;
- b) le zone umide (bodri, lanche, laghetti, ecc.);

Tutti e tre sono individuati e vincolati con criteri e giustificazioni a prevalenza naturalistica e paesaggistica ed hanno una rilevanza geologica limitata o occasionale. Per questo i relativi vincoli sono rappresentati sulla Carta dei Vincoli (Tav. 6) e non sulla Carta di Sintesi e/o sulla Fattibilità Geologica (Tavv. 8 e 9).

#### Sistemi di particolare rilevanza geomorfologica nella configurazione dei contesti paesaggistici (Rif. 3.1.1\*)

-  Scarpate principali: elementi morfologici lineari, con dislivelli nell'ordine della decina di metri, che individuano le principali strutture depresse (>3 metri)
-  Scarpate secondarie: elementi morfologici lineari, con dislivelli nell'ordine di pochi metri. (< 3 metri)

#### Sistemi dell'idrografia naturale (Rif. 3.1.2\*)




-  Corpi idrici
-  Zone umide: lanche, morte, zone paludose e laghetti di di cava rinaturalizzati. Sono maggiormente concentrate nelle valli fluviali e derivano sia dall'evoluzione dell'ambiente fluviale che dall'uso delle risorse naturali da parte dell'uomo.
-  Bodri

Fig. 6.15  
Stralcio della legenda della Carta delle Tutele e Salvaguardie  
Sono indicati alcuni degli oggetti di interesse geologico – ambientale sottoposti a “regime di tutela del PTCP”

#### Orli di scarpata

Sono definiti al punto 4 dell'art. 16 della Normativa di piano “*in quanto emergenze morfologico – naturalistiche che, in rapporto alla loro evidenza percettiva, costituiscono degli elementi di notevole interesse paesistico. Essi concorrono spesso a formare fasce dotate di un alto grado di naturalità e costituiscono elementi di riferimento simbolico come presenze evocative del paesaggio originario*”. Si considerano inclusi nella categoria tutelata “I tratti significativi delle scarpate principali (altezza superiore a 3 m) e secondarie (altezza inferiore a 3 m), indicati nella Carta delle tutele e delle salvaguardie” senza ulteriori specificazioni e indicazioni metodologico-attuative.

In queste condizioni, l'applicazione della normativa di tutela indicata nel seguito del punto 4 art.16 e riportata più oltre, appare di incerta applicabilità, di fatto sottoposta alle valutazioni di merito di chi è chiamato a localizzare precisamente e metterla in atto, cioè i comuni, nell'ambito dei PGT.

Così è avvenuto nello specifico caso del Comune di Cremona. Come illustrato al paragrafo 1.2.2 del capitolo “Geopedologia e geomorfologia” della presente relazione geologica, si è ricostruito, con rilievo dettagliato da immagini aeree stereoscopiche, recenti e di precedenti soglie temporali, nonché con l'analisi dello strato quote del DB topografico del Comune di Cremona e infine anche con elaborazione del DTM regionale 5x5, l'andamento planoaltimetrico delle scarpate morfologiche esistenti e di tutti i dislivelli morfologici minori riconoscibili.

Tutte le linee tracciate sono state classificate per la loro origine, naturale, antropica o mista, e per la loro tipologia. Con questa seconda definizione, il rilevamento ha separato gli “orli di scarpata” da altre categorie, come le “basi di scarpata” e i limiti morfologici più blandi. La maggior parte dei limiti delineati nella carta geomorfologica sono infatti generici “limiti morfologici” e non necessariamente

“orli di scarpata”, termine che si riferisce a caratteri geomorfologici e morfologici piuttosto precisi, anch’essi peraltro non definiti nella norma del PTCP.

Tenuto dunque conto che il PTCP si riferisce ai “tratti significativi delle scarpate...”, ai fini della individuazione corretta di quelli da tutelare, si è effettuata una selezione ragionata degli elementi morfologici, scegliendo quelli rispondenti ai seguenti criteri:

- limiti riconoscibili in sito o in rilievo da immagini di dettaglio, identificabili con sufficiente affidabilità e non ricostruiti o virtuali;
- limiti naturali o riconducibili ad andamenti naturali, con l’esclusione di quelli artificiali o antropici in genere;
- limiti di significato morfologico (circa 1 m o più)
- limiti morfologici con una significatività individuale della forma, escludendo quindi limiti diffusi, rappresentativi di un confine geomorfologico importante, ma non identificabile con una linea

La delimitazione planimetrica dei limiti ha consultato, per confronto, i lineamenti proposti dallo studio Bassi per il PRG 2002, quelli proposti nel PGT 2009 e quelli presenti nella Tavola Tutele e Salvaguardie del PTCP, peraltro non coincidenti con i primi (non recepiti nel PTCP ?), ma ha prodotto uno strato totalmente nuovo, aderente alla situazione reale e congruente con la base topografica più recente del Comune di Cremona. Le eventuali non congruenze, peraltro modeste, con le evidenze della base topografica della CTR Lombardia sono questione nota, frequentemente verificata anche in altri contesti, non risolvibile in questa sede.

Invece la non congruenza con lo strato PTCP è giustificata dal diverso dettaglio del presente rilevamento, dalla congruenza con la cartografia tecnica attuale, oltre che dalla aderenza dei nuovi limiti a criteri ragionevoli, esplicitamente definiti.

Le figure seguenti esemplificano alcune situazioni tipiche del territorio di Cremona, con particolare evidenza per la fascia che racchiude la scarpata o il salto morfologico che separa la pianura dalla valle del Po.

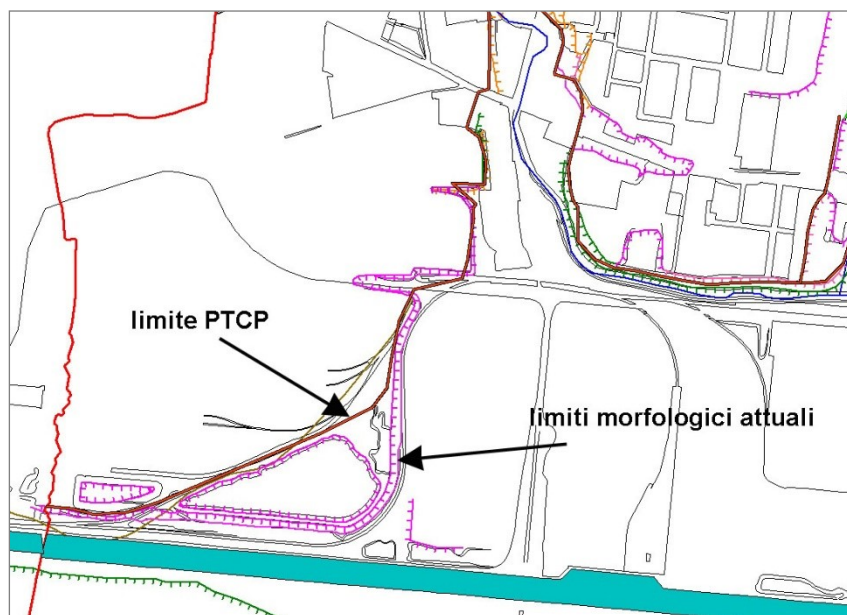
Nella figura 6.16 è illustrata la differenza intercorrente tra i limiti morfologici reali e quelli interpolati per semplificazione o per riferimento ad una situazione morfologica storica, non più esistente. Ciò vale per la zona dell’abitato di Cavatigozzi e per la zona dei grandi insediamenti industriali ad ovest della città dove non ha senso vincolare le tracce virtuali di scarpate della morfologia storica oggi sostituite da edifici industriali o trincee stradali.

Ugualmente non ha senso tracciare limiti dove non ci sono più perché i terreni che li costituivano sono stati asportati per infrastrutture o opere.

In sintesi, le scarpate oggetto di salvaguardia sono quelle ben riconoscibili, anche se di modesti dislivelli, e dai caratteri naturali o misti, cioè parzialmente o fortemente modificate dall’uomo.

Sono escluse, come già spiegato in precedenza, le scarpate di origine antropica e quelle comunque esistenti nell’ambito della città storica. Sono stati invece inseriti nella salvaguardia tutti quei tratti di scarpata morfologicamente ben conservati, anche se occupati da edifici o comunque urbanizzati. La figura 6.17 illustra invece la situazione complessa tipica delle aree urbanizzate centrali di Cremona. Nelle zone sud – ovest e sud – est della città storica i limiti delle unità geologiche utilizzano

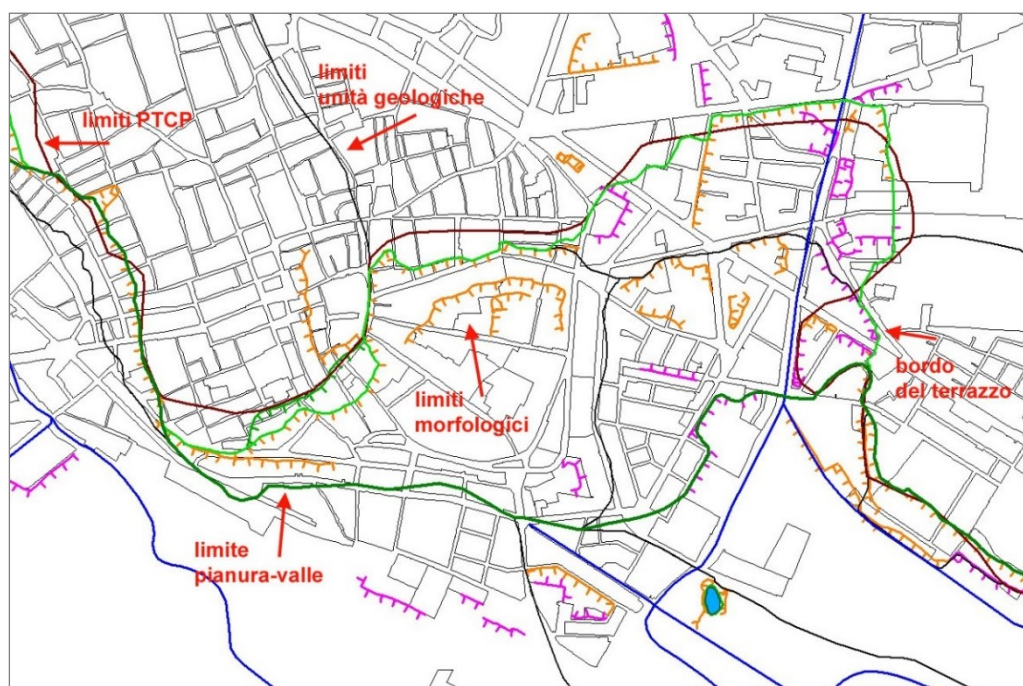
parzialmente le evidenze morfologiche reali, privilegiando quelle che appaiono conservare andamenti naturaliformi.



Figg. 6.16 e 6.17

Confronto limite PTCP – limiti morfologici reali modificati.

**Al 2022** il limite “attuale” è stato nuovamente modificato per eliminazione di parte dell’accumulo di materiali antropici in area ARVEDI



Si tratta sempre di frammenti di dislivelli morfologici, raccordabili in un “bordo superiore del margine terrazzato” per interpolazione di allineamenti, prevalentemente antropici o misti.

Si riscontra una discreta convergenza, non coincidenza, con il limite PTCP che, tuttavia, non può mai essere considerato un “orlo di scarpata”. Da esso differisce invece, sostanzialmente, il limite approssimativo pianura – valle, che nel presente lavoro è collocato non alla testata delle modeste depressioni drenanti ai margini della città, ma al loro sbocco in valle.

Complessivamente non si può che sottolineare il fatto che in tutto l’ambito urbano non è identificabile un confine certo geomorfologico che debba essere tutelato nella sua limitata

individualità con i criteri proposti dal PTCP (cioè 10 + 10 m, si veda più avanti), vista la trasformazione antropica delle forme minori e la conservazione invece delle morfologie maggiori. Piuttosto queste ultime potrebbero essere vincolate impedendo modifiche della morfologia su ampie superfici e/o volumi, così da tutelare l'insieme del paesaggio dei dossi centrali di Cremona e delle "valli" degli scaricatori Baraccona e Cerca ai due lati della città.

Infine si vedano i casi di non corrispondenza di limiti, con limitate modifiche al dettaglio (scarpata pianura – valle a sud – est della città) e di una diversa lettura dei limiti nell'area del dosso Boschetto. Anche in questo caso, i limiti antropici o antropizzati interni all'abitato non sono stati considerati perché già completamente trasformati o, in alcuni casi, di dislivello minimo.

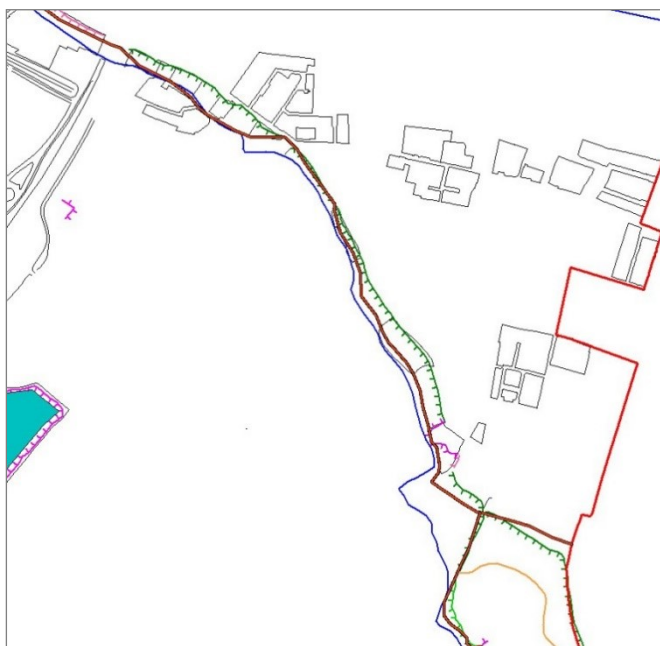


Fig. 6.18 Limiti di scarpata zona Quattro strade

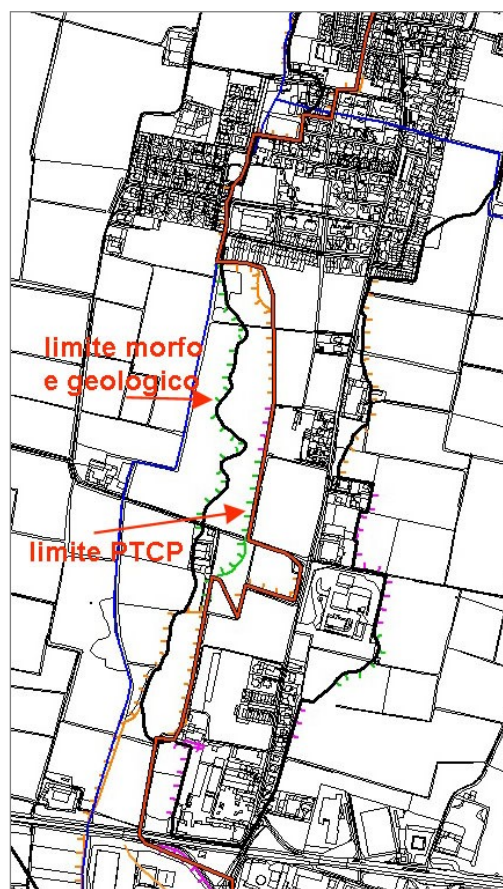


Fig. 6.19 Limiti morfologici area Boschetto sud

Ad una selezione di limiti morfologici corretti e interpretati come da precedente illustrazione sono stati applicati i vincoli di tutela e salvaguardia paesistica previsti dal citato art.16 della normativa di Ptcp, di seguito riportati.

*“Per gli orli di scarpata principali e secondari non sono consentiti interventi e trasformazioni che alterino i loro caratteri morfologici, paesaggistici e naturalistici. Si ritengono inaccettabili gli interventi di urbanizzazione e di nuova edificazione per una fascia di 10 metri in entrambe le direzioni dall’orlo di tali scarpate, distanza eventualmente estendibile da parte del Comune, mentre sono consentiti, per gli edifici esistenti, gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di ristrutturazione edilizia, di restauro, di risanamento conservativo e di adeguamento funzionale; gli eventuali ampliamenti devono svilupparsi nella direzione opposta all’orlo di scarpata.*”

*Si ritengono inoltre inaccettabili quegli interventi di natura non edificatoria, quali ad esempio le attività di cava, di piscicoltura e/o pesca sportiva e le bonifiche agricole (o comunque interventi estrattivi in fondi agricoli), che portano a una riduzione della valenza simbolica degli elementi evocativi di paesaggi originari o della valenza estetico – percettiva, alla perdita dei riferimenti del disegno territoriale originario e al complessivo peggioramento dei caratteri naturali della vegetazione esistente.*

*La possibilità di effettuare interventi e trasformazioni che alterino tali elementi è ammissibile solamente per la realizzazione di opere di pubblica utilità a fronte di interventi di parziale compensazione naturalistica da definire in base alle caratteristiche del comune, alla natura dell'intervento e ai criteri di sostenibilità previsti dal PTCP di cui alla Normativa e in particolare all'Appendice D "Individuazione dei contenuti minimi dei PGT sugli aspetti sovracomunali".*

In questa sede, cioè nella Carta dei Vincoli del presente studio geologico, si riportano, dunque, i poligoni delle fasce vincolate relativamente ai tratti scelti con i criteri in precedenza indicati e limitatamente al dimensionamento normativo (10 + 10 m).

Trattandosi di una tutela prevalentemente paesistica, e dunque qui utilizzata in buona misura impropriamente, non si è ritenuto di utilizzarla per l'eventuale ampliamento delle superfici da tutelare per motivi geologici.

Una specifica attenzione è invece rivolta alle aree di scarpata particolarmente pendenti e di maggiore dislivello con gli strumenti della fattibilità geologica, che identifica appunto poligoni di scarpata potenzialmente interessati da fenomeni di instabilità. La tutela di questi tratti interviene di fatto a minimizzare anche il rischio derivante da instabilità per eventi sismici. Un tipo di pericolosità sismica di scarsa rilevanza nel caso specifico, di cui si accenna nel Capitolo 5 par.5.8.

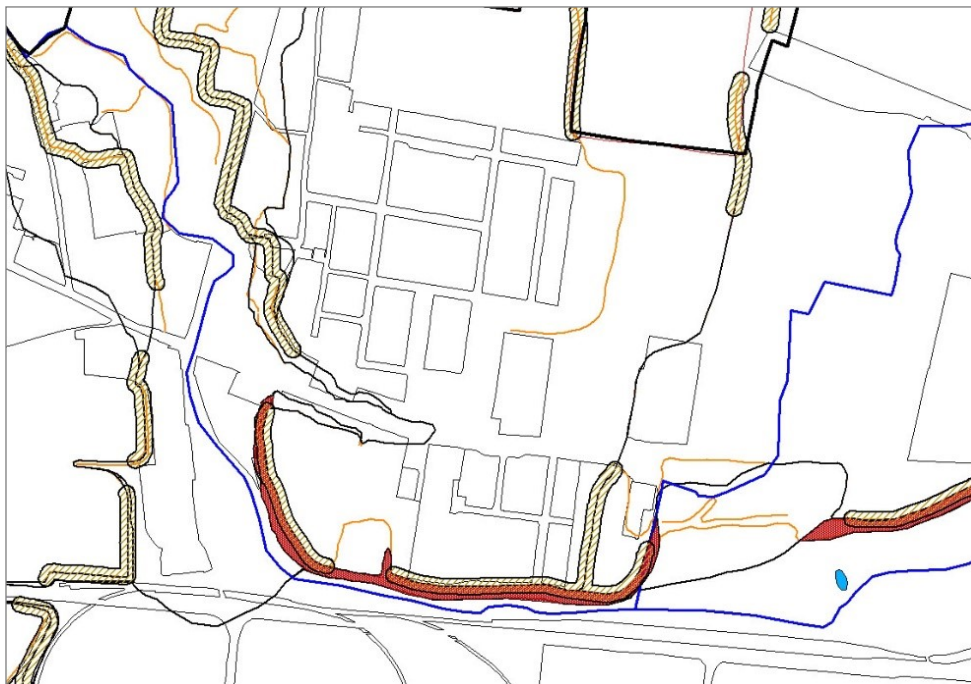


Fig. 6.19

Fasce vincolate delle scarpate morfologiche significative nella parte ovest del territorio (tratteggio) e poligoni inseriti nella fattibilità geologica (marrone)

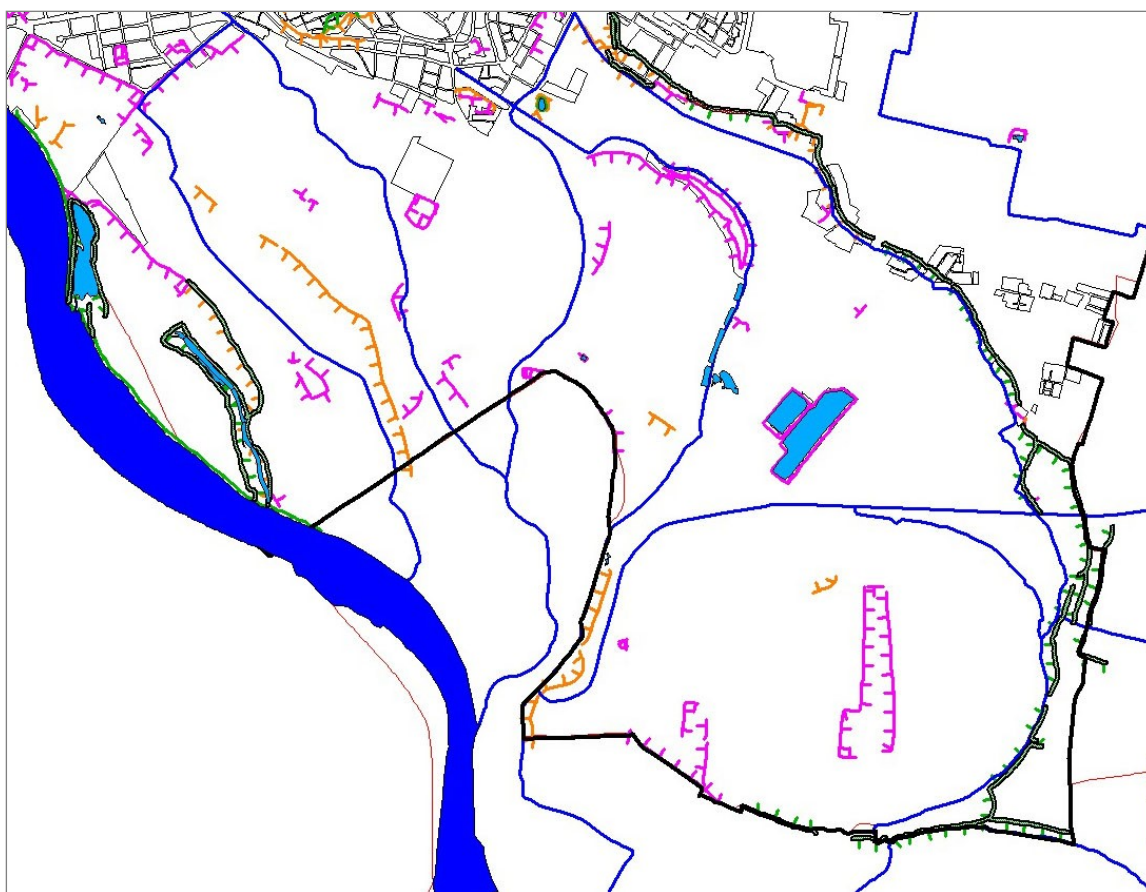


Fig. 6.20 Fasce vincolate delle scarpate morfologiche significative nella parte sud – est del territorio (in verde)

### Zone umide

Le aree ed i beni soggetti a regime di tutela del PTCP secondo il punto 6 dell'art.16 della normativa sono:

(omissis)

*Le zone umide – quali paludi, bodri, lanche, morte e laghetti di cava rinaturalizzati, anche di nuova formazione – non comprese negli areali di elevato pregio naturalistico e faunistico di cui ai punti 5 e 6 dell'art.14, ai punti 1, 2 e 4 dell'art. 15 e al punto 5 del presente articolo, poiché costituiscono biotopi di elevato interesse ecologico e naturalistico.*

*Per le zone umide non sono consentiti interventi di carattere edificatorio e interventi di trasformazione o di manomissione diretta ed indiretta sino ad un intorno di 50 m, ad esclusione, per gli edifici esistenti, degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di ristrutturazione edilizia, di restauro, di risanamento conservativo e di adeguamento funzionale. Gli eventuali ampliamenti potranno essere effettuati esclusivamente nella direzione opposta a quella delle zone umide. In detto intorno, eventualmente estendibile da parte del Comune, dal confine dell'area protetta da tutelare individuata dal Comune o dalla Provincia, non sono inoltre consentite opere di bonifica per fini agricoli (o comunque interventi estrattivi in fondi agricoli) o per la sistemazione del terreno in un intorno di 10 m, eventualmente estendibili da parte del Comune.*

*Sono infine consentite le attività agricole e ricreative compatibili con tali aree.*

Le norme di tutela sono anche riprese all'art.52 della normativa di Piano del PGT vigente di Cremona. Da entrambi i testi si evince che la tutela è basata prevalentemente su considerazioni di carattere naturalistico, non necessariamente coincidenti con valutazioni di tipo geologico più specifiche. Si tratta infatti di aree inserite in contesti idrogeologicamente delicati nel loro complesso, soprattutto per una falda generalmente prossima alla superficie. Lo specifico vincolo ambientale di 50 m, stabilito al contorno delle aree umide, viene dunque segnalato nella sola Carta dei Vincoli (Tav. 3), mentre le emergenze idriche sono riprodotte, come aree di vulnerabilità geologica, nella carta e nella normativa di fattibilità

Quanto alla individuazione e precisa delimitazione delle zone umide, si sono utilizzate le informazioni ricavabili da varie fonti; in particolare dati provinciali sui bodri e altri specchi d'acqua e tavole tematiche del PGT di Cremona. Sono anche stati considerati, senza necessariamente recepirli sempre come aree umide, i siti riproposti nel Piano di Indirizzo Forestale (PIF) della Provincia di Cremona.

Riguardo infine alle aree esplicitamente indicate dal PTCP, proposte nella "Carta delle tutele e salvaguardie", risultano indicati quattro siti collocati sul territorio di Cremona. Due di essi corrispondono ai bodri S. Rocco e Vacchelli, gli altri si trovano lungo il Morbasco e ad est di S. Savino. Sulla base delle diverse individuazioni, si è selezionata una serie ampia di ambiti idrici/umidi, di dimensioni e caratteri molto diversi, comprensiva anche di laghi di cava o laghetti artificiali recenti. Da questo gruppo, che occupa una superficie di circa 31 ha, si sono scelte le aree da identificare come zone umide significative, scartando i siti privi di significato geo – idrologico e, presumibilmente, naturalistico. Tutte le localizzazioni sono state controllate con immagini aeree o in sito.

I 7 siti scelti, che occupano 15 ha circa di superficie, sono rappresentati da:

id	nome	tipo	area m <sup>2</sup>
1	Bodrio S.Rocco	bodrio	1828
1	Cave Morbasco	acqua	565
1	Cave Morbasco	verde inondabile	4353
2	Tamoil	verde inondabile umido	5270
3	Parco Morbasco	acque	356
3	Parco Morbasco	acque	824
4	Lanca Po	lanca	44784
5	Lanca Bosconello	lanca	14725
5	Lanca Bosconello	area espansione stagionale	22809
6	Bodrio Vacchelli	bodrio	8303
6	Area Bodrio Vacchelli	stagno	13913
6	Area Bodrio Vacchelli	canale	1043
6	Area contorno Bodrio Vacchelli	verde umido	9474
6	Area Bodrio Vacchelli	zona umida	20028
7	S.Savino	fosso	3006
			151281

L'applicazione di una fascia di 50 m comporta un vincolo esteso 59 ha circa.

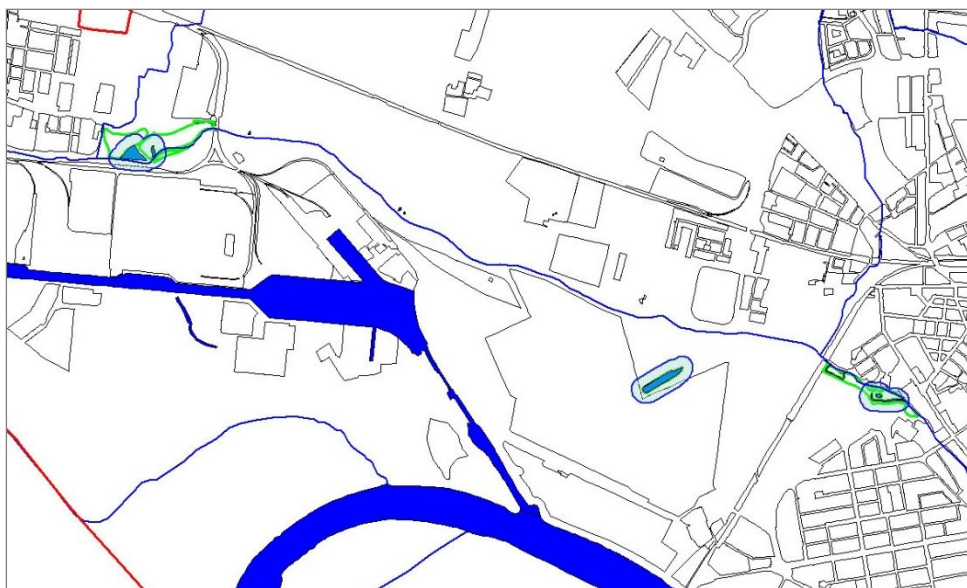


Fig. 6.21 e 6.22 Aree umide e relativa fascia di rispetto di 50 m ad ovest ed est della città



## 6.5 Aree protette

Su parte del territorio di Cremona insistono anche le aree protette corrispondenti al PLIS del Po e del Morbasco e alla ZPS Spinadesco, nessuna delle quali dotata di specifiche competenze relative ai temi geologici, ma con normative di protezione che possono ritenersi “ad effetto convergente”.

Il PLIS, tipica vasta area di golena, prevalentemente sul Po, occupa oltre 18,7 km<sup>2</sup> del territorio comunale (26,5 %), mentre la ZPS interessa una porzione di golena tra Riglio e Po, ad ovest del Canale Navigabile (0,67 Km<sup>2</sup>).

Nel caso del PLIS, istituito nel 1999 e riconosciuto nel 2003, sono stati attivati vari interventi di riqualificazione ambientale, anche sul Comune di Cremona.

L'area protetta della ZPS Spinadesco e del SIC Spiaggioni di Spinadesco, SIC che però non tocca il territorio di Cremona, prevede interventi e misure rivolte alla specifica salvaguardia degli habitat vegetali e animali. Tuttavia, nell'ambito degli obiettivi del proprio Piano di Gestione, figurano azioni rivolte alla conservazione degli ambienti fluviali e alla massima riduzione degli interventi antropici. In questo senso, può ritenersi una area di intensificazione dei vincoli ambientali e anche geomorfologico-idrologici.

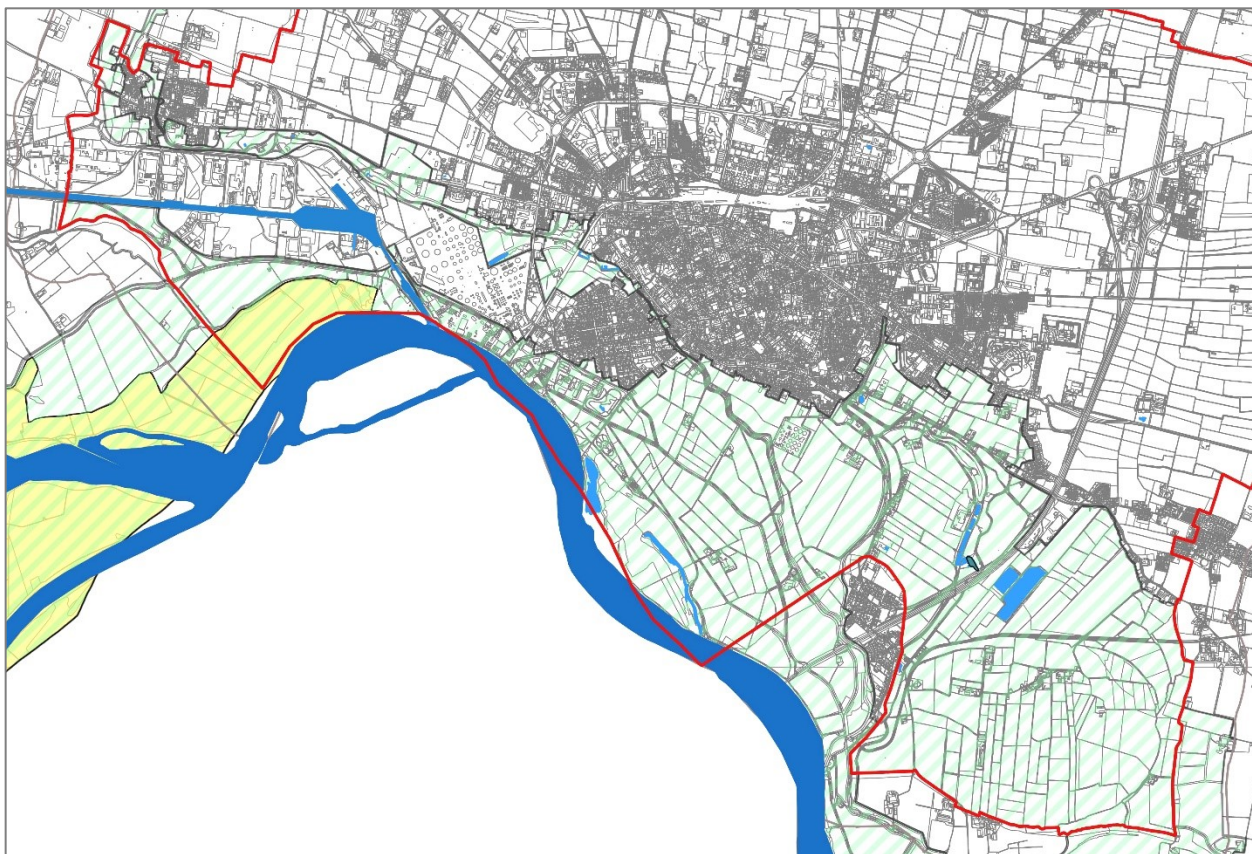


Fig. 6.23 Aree in Cremona del PLIS Po-Morbascio e della ZPS Spinadesco

## 7 La Carta PAI - PGRA

### Premessa

La Carta PAI-PGRA è uno strumento cartografico di sintesi e verifica dell'insieme delle previsioni di pericolosità e rischio idraulico contenute negli strumenti dedicati del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), richiesto ai Comuni dalla d.g.r. X/6738/2017.

Secondo la norma regionale, "nel momento in cui i Comuni procedono all'adeguamento dei propri strumenti urbanistici predispongono una carta PAI-PGRA nella quale tracciano, alla scala dello strumento urbanistico ed utilizzandone la medesima base topografica, tutti gli elementi che derivano dal recepimento alla scala comunale dei contenuti del PAI e del PGRA, incluse le eventuali modifiche proposte, ed in particolare (limitatamente al caso di Cremona):

- *Fasce fluviali PAI tracciate alla scala dello strumento urbanistico comunale con gli aggiustamenti morfologici eventualmente operati ai sensi dell'art. 27 comma 3 delle N.d.A. del PAI;*
- *Aree allagabili sui corsi d'acqua principali, classificate come RP-P3/H, RP-P2/M e RP-P1/L;*
- *Altri fenomeni di dissesto (frane, valanghe, RME per frana e valanga) classificati secondo la legenda dell'Elaborato 2 del PAI; - Aree allagabili sul reticolo di pianura, classificate come RSP-P3/H, RSP-P2/M (reticolo consortile) e RSP-P3/H, RSP-P2/M (reticolo naturale);*
- *Aree oggetto delle valutazioni più dettagliate delle condizioni di pericolosità e rischio locali".*

L'esame complementare delle valutazioni e delle disposizioni dei due strumenti, da applicare nella pianificazione geologica comunale, è aggiornato alla data del settembre 2018 per il PGT di Cremona previgente. Con il presente ulteriore aggiornamento si recepiscono gli esiti di una revisione dello stato di pericolosità idraulica, conseguenti alla attivazione di nuove opere idrauliche e alla integrazione di queste nello Studio comunale di Gestione del Rischio Idraulico.

Le aree con pericolosità idrauliche segnalate sul territorio di Cremona appartengono a quattro tipologie, corrispondenti a diversi strumenti di analisi del territorio:

- A Le aree individuate dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), a loro volta divise in:
  - Zone I "Aree ad rischio idrogeologico molto elevato", definite dagli artt. 49 e 51 delle NdA del PAI, ex Aree 267 (PS 267 – L.267/1998); (si veda il paragrafo 1.8 della presente relazione)
  - Aree comprese nelle Fasce fluviali del PAI relative al Fiume Po.
- B Le aree della pianura allagabili per esondazioni locali, rigurgiti fognari e difficoltà di drenaggio.
- C Le aree individuate dal Piano di Gestione Rischio di Alluvioni (PGRA)

## **7.1 Le Aree PAI**

### **7.1.1 Le Zone I del PAI**

***(vedere in maggior dettaglio il Cap. 2 paragrafo 2.5.1)***

La definizione delle Zone I prende avvio nel 1999 con lo studio "Polaris" "Perimetrazione delle aree a rischio idraulico e progetto preliminare del canale scolmatore a difesa della città di Cremona", destinato a definire interventi finanziabili dalla legge 267/98.

Lo studio riprende tutte le informazioni disponibili sulle aree di crisi idraulica in città, dagli anni '50 ai '90. Ipotizza inoltre la costruzione di uno scolmatore a nord ed est della città che intercetti tutte le acque in esubero e le recapiti in Po.

Infine lo studio Polaris determina anche quali, tra le tante aree segnalate come allagabili, sono soggette a maggior rischio idraulico in futuro e dunque sono da ritenere a "rischio idraulico molto elevato", cioè corrispondenti alle attuali Zone I del PAI, soggette a rischio per eventi con tempo di ritorno  $T_r$  inferiore a 50 anni (art. 49 e 51 NdA del PAI).

La descrizione di queste aree prevede oggi la compresenza di livelli di pericolosità idraulica (battente + velocità di corrente) elevati o molto elevati e di situazioni di danno potenziale grave. Si tratta di situazioni che, comunque, oggi sono ritenute dal PAI non compatibili con trasformazioni urbanistiche di qualunque tipo, salvo nel caso di aree interne ai centri edificati, per le quali è possibile effettuare valutazioni di pericolosità e rischio di maggior dettaglio e definire aree compatibili con la trasformazione.

La definizione cartografica di queste fasce è rimasta complessivamente abbastanza stabile nel tempo, anche se sono state introdotte variazioni significative lungo il Morbasco, il Cavo Cerca, il Reale, lungo il Naviglio Civico, presso la connessione con la Roggia Cavo e, con gli studi più recenti, relativamente al Cavo Robecco.

In un caso si è trattato di una correzione topografica minore, derivata da evidente errata lettura della morfologia; negli altri, di valutazioni idrauliche di maggiore dettaglio condotte secondo le metodiche richieste dalla normativa e/o conseguenti alla realizzazione di opere di mitigazione del rischio o sistemazione dei corsi d'acqua.

Nel PGT di Cremona 2009, le fasce "ad elevato rischio idrogeologico" sono presenti in Fattibilità Geologica. Corrispondono alle Zone I del PAI e sono ufficialmente definite nella cartografia della Autorità di Bacino. Sono rappresentate dall'insieme delle zone a rischio R4 e con eventi con  $T_r < 50$  della Carta del Rischio di Polaris. Nelle zone di valle, sono limitate artificialmente al confine comunale o al bordo della fascia B PAI esistente o di un prolungamento di questa verso monte, lungo le valli del Riglio, del Morbasco e del Colo Morta.

La parte inferiore delle valli del Morbasco e dello Scolo Morta veniva, appunto, indicata dall'Autorità di Bacino come "Zona F", di nuova denominazione. Con lo studio geologico del 2010 queste porzioni di valli con rischio idraulico noto, vengono considerate come zone I del PAI e valutate con i criteri di queste, cioè sulla base di eventi con  $T_r 50a$ .

Su queste fasce a rischio molto elevato si avviano, a partire dal 2008, due ordini di attività di perfezionamento sulla base di nuovi studi di dettaglio e interventi infrastrutturali, come già

ricordato in precedenza: attività di zonazione della pericolosità e del rischio idraulici nelle porzioni interne ai centri abitati, e attività di aggiornamento dei limiti e dimensione delle fasce.

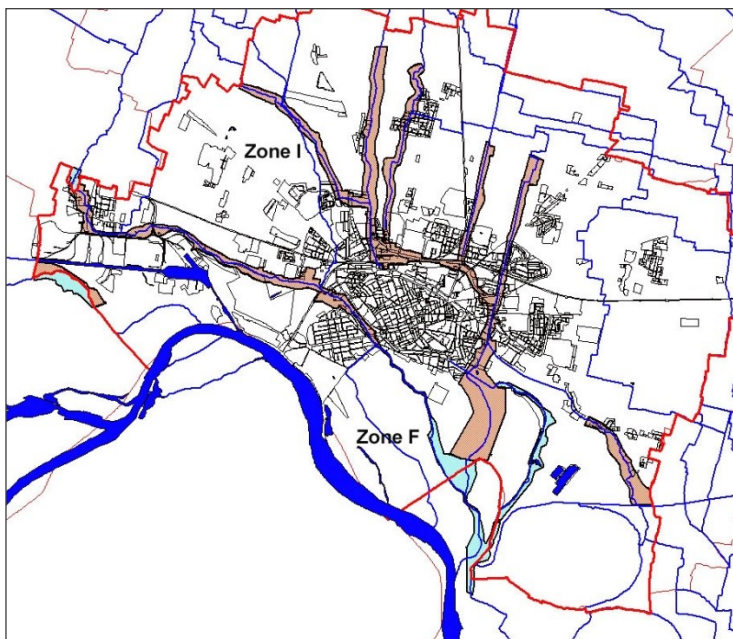


Fig. 7.1

Carta delle Zone I e delle ex "Zone F", pre 2010

In particolare, relativamente a questo secondo aspetto si vedano le due figure seguenti, che riassumono le principali variazioni cartografiche. La figura seguente rappresenta le Zone I allo stato pre-2010, senza le cosiddette Zone F, con indicazione particolare (in blu) delle aree che vengono sottratte al vincolo idraulico a seguito del completamento e collaudo delle opere di alleggerimento delle piene del T. Morbasco, prima con lo scolmatore Malazzina, a monte di Cava Tigozzi e, successivamente, con un secondo scolmatore poco a valle di Cava Tigozzi, entrambi con scarico in Canale Navigabile e, per il Malazzina, nel T. Riglio.

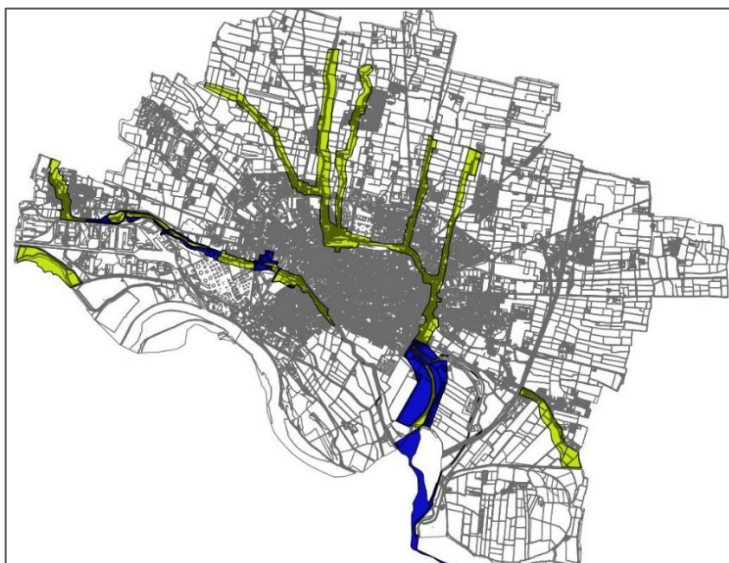


Fig. 7.2

Situazione Zone I con le modifiche conseguenti alle opere sul Morbasco e prima revisione sul Cavo Cerca in Valle Po

La figura successiva rappresenta invece la situazione attuale, a seguito di altri interventi di mitigazione del rischio idraulico e conseguente ripermimetrazione delle Zone I lungo lo Colo Morta e il Colo Reale.

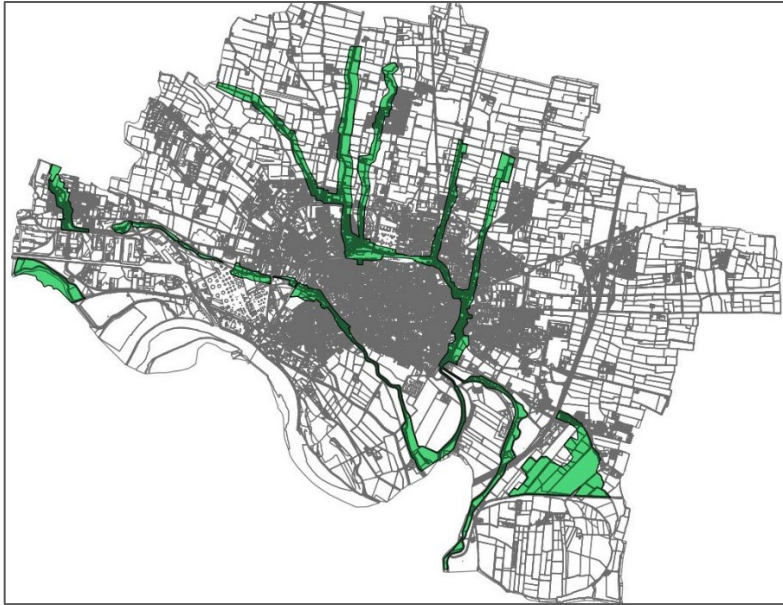


Fig. 7.3

Situazione Zone I vigente dal 2018 al 2022, successiva agli interventi e alle ripерimetrazioni, ma precedente le ultime modifiche

Oltre alla integrazione nelle Zone I delle ex Zone F, modificate, del Morbasco e del Colo Morta, e alla sostanziale riduzione dell'ampiezza della fascia vincolata in corrispondenza del tratto in valle Po del Cavo Cerca, per la presenza di strutture arginali di contenimento, sono rilevanti le variazioni introdotte nella parte sud est del territorio lungo e attorno al Colo Reale, nel suo tratto tra la A21 e il Canale di Foce Morbasco.

Qui si è introdotta dapprima una limitata correzione cartografica per adeguamento alla evidenza morfologica dei luoghi e successivamente, tra 2015 e 2016 è stato effettuato un apposito studio idraulico di dettaglio per la più corretta definizione dell'area interessata da "elevato rischio" idraulico e dei suoli limiti.

La fascia attribuita alla Zona I è stata abbassata e spostata ad ovest rispetto alla sua precedente collocazione al bordo superiore della scarpata principale della valle del Po; ma è stata anche notevolmente ampliata in destra idrografica ad occupare una significativa porzione di fondovalle, fino alla zona delle vecchie cave di inerti.



Fig. 7.4 Ripерimetrazione e ampliamento della Zona I esterna ai centri abitati lungo il Colo Reale

Le modifiche sono sempre state recepite nella Fattibilità Geologica, come appunto nel caso del Reale. Vedere il passaggio a classe di fattibilità 4 nel caso in oggetto (Fig 7.5 sottostante)

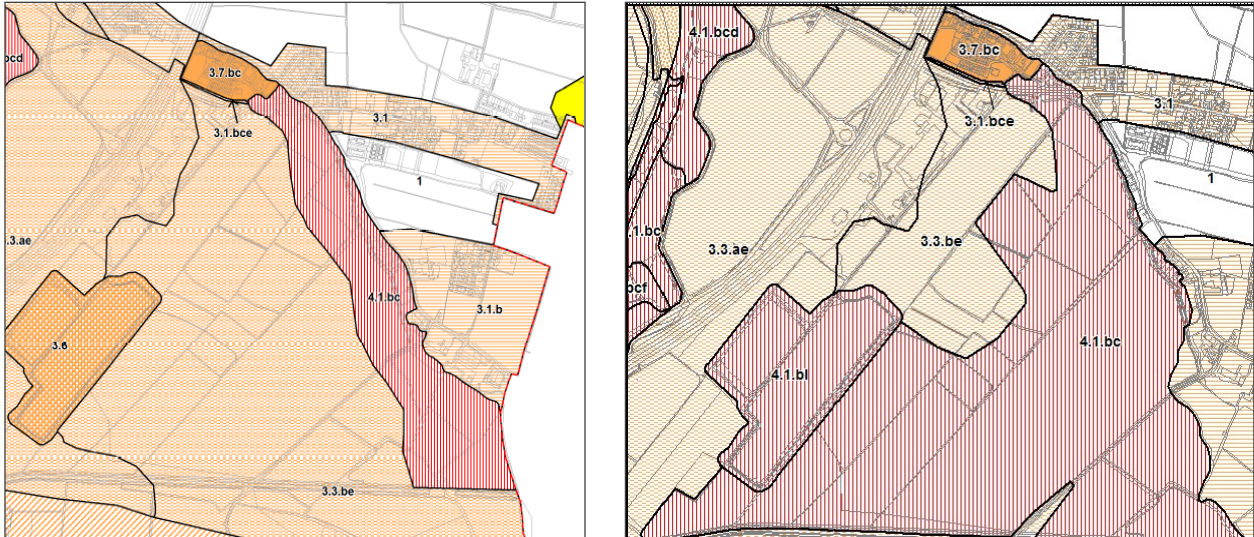


Fig. 7.5 Riperimetrazione della Zona I del Colò Reale

Come ricordato, anche la zonazione della pericolosità e del rischio nelle porzioni delle Zone I interne al centro edificato, è stata effettuata a più riprese, con le metodologie di approfondimento previste dall'All. 4 alla d.g.r. 2616/2011. Gli esiti di tali valutazioni hanno ricadute immediate sulla fattibilità geologica che li ha recepiti in successivi step, l'ultimo dei quali ha riguardato l'esito dello studio di "Ridefinizione della pericolosità e del rischio idraulico all'interno delle aree classificate a rischio idrogeologico molto elevato (L.267/98) del Comune di Cremona, secondo i disposti della d.g.r. 2616/2011, a collaudo avvenuto dello Scolmatore Quistra" (Studio Telò 10/2017).

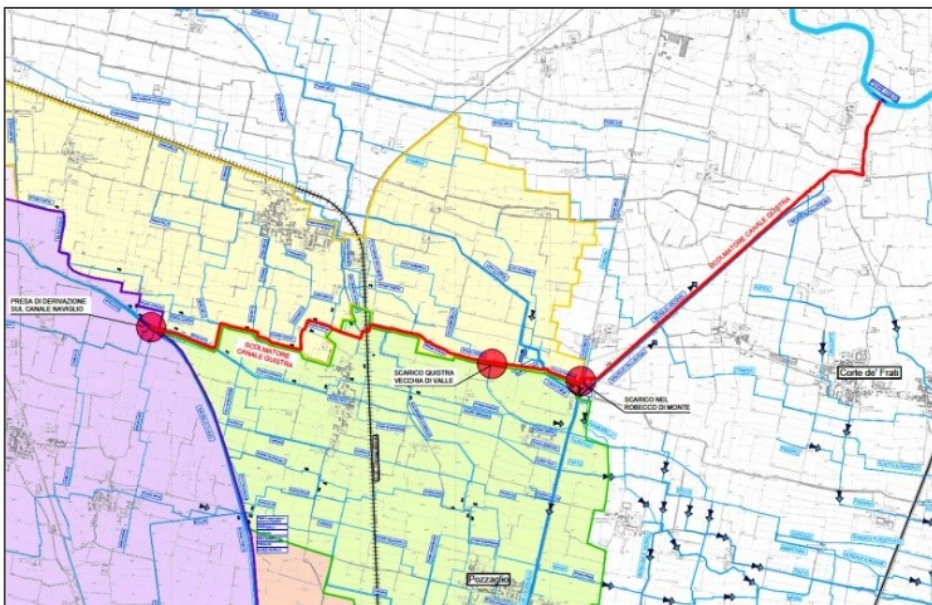


Fig. 7.6

Tracciato dello scolmatore Quistra a nord di Pozzaglio (Studio Telò 2017)

Nel caso specifico, erano state modificate le aree a diversa pericolosità e rischio lungo i corsi d'acqua provenienti da nord, in particolare il Naviglio Civico e il Fregalino.

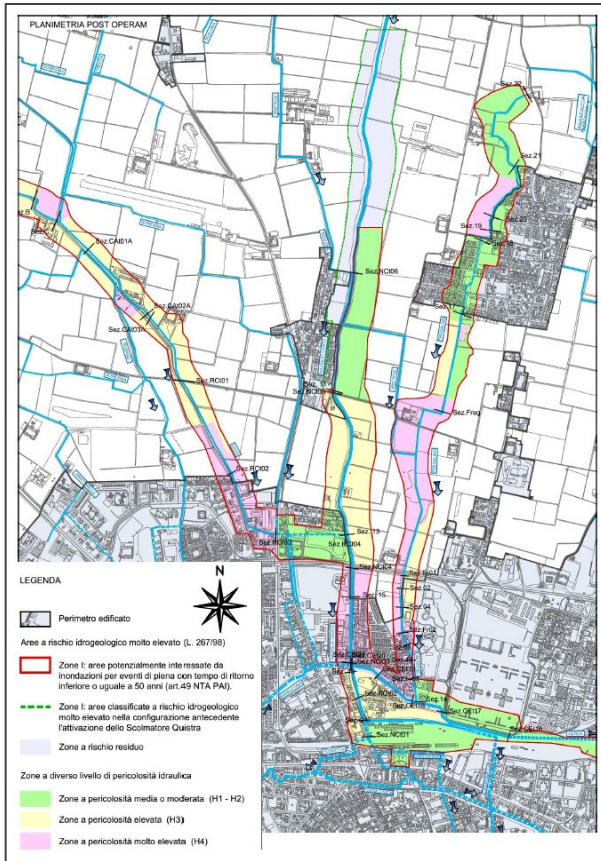


Fig. 7.7

Contorni delle Zone I del Naviglio e del Fregalino sottoposte a riclassificazione della pericolosità idraulica (Studio Telò 2017)

La situazione previgente risultava dunque caratterizzata dal seguente assetto delle aree a diversa pericolosità idraulica, comprese nelle Zone I.

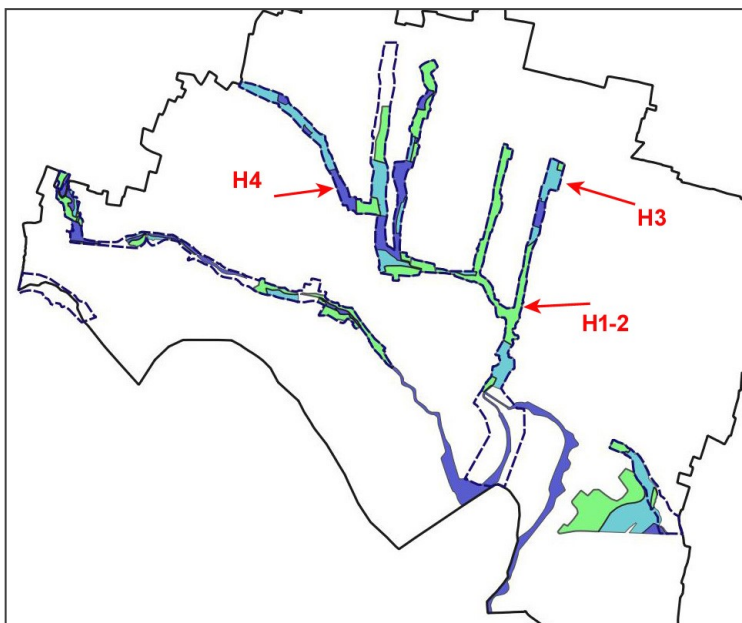


Fig. 7.8

Pericolosità idraulica Zone I, stato previgente (2018)

Questo assetto è stato recentemente riesaminato in relazione agli esiti dello studio di ulteriore efficientamento dello scolmatore Quistra a nord di Cremona (*Adeguamento sezioni idrauliche del Canale Quistra a difesa del nodo idraulico di Cremona nei comuni di Pozzaglio ed Uniti e Corte de' Frati* (Studio Telò per Consorzio DUNAS, 2021) e in funzione del recentissimo riesame delle pericolosità idrauliche

dell'intero territorio comunale per il rispetto della normativa sulla invarianza idraulica e idrologica (*Studio idraulico del territorio comunale di cui ai commi 1, 2, 3 e 4 dell'articolo 14 del R.R. n.7/2017 (Studio Telò May Fly per il Comune di Cremona 1-2023)*).

Con l'analisi idraulica e la applicazione dei suoi esiti alla zonazione della pericolosità e del rischio idraulici propri del territorio di Cremona, temi di cui si dà conto più ampiamente nel Capitolo 2 della presente relazione, è stato possibile introdurre ulteriori modifiche sia allo stato delle aree più direttamente interessate dai fenomeni alluvionali, cioè le Zone I (zone RME, a rischio molto elevato), sia a tutto il resto del territorio comunale.



Fig.7.9

Pericolosità idraulica nelle Zone I come aggiornata al 2023

La figura precedente da conto dei risultati di questa ultima revisione, qui rappresentati limitatamente alle sole aree a rischio idrogeologico molto elevato (Zone I). Rispetto alla superficie totale delle Zone I, pari ora a 52 Ha, la tabella seguente quantifica l'incidenza percentuale dei diversi livelli di pericolosità, sia nella versione previgente, sia nell'attuale, ultimo aggiornamento.

Pericolosità	2018		2023		variazione	
	m2	%	m2	%	m2	%2018
<b>R. residuo</b>	273229	4,9	117268	2,2		
<b>H1-H2</b>	2109444	37,6	2215579	41,5	+106135	+2
<b>H3</b>	1497674	26,7	1357653	25,5	-140021	-2,6
<b>H4</b>	1725670	30,8	1641875	30,8	-83795	-1,6
<b>tot</b>	5332788		5215107			

Tab.1

Incidenza in % delle superfici a diversa pericolosità nelle Zone I

Nelle sole due ultime revisioni delle zone I, che non tengono conto, peraltro, delle consistenti variazioni, in incremento e riduzione, già operate in passato, per esempio sul Cavo Cerca e sul Reale,

si evidenzia una correzione al ribasso di circa 12 Ha della superficie complessiva delle aree ad elevato rischio idrogeologico. Rispetto al 2018, la riduzione, con passaggio ad aree non vincolate, “a rischio residuo, riguarda una fascia di circa 15 ettari attorno al Cavo (Dugale) Robecco. Inoltre, i benefici derivanti dal potenziamento dello scolmatore Quistra si fanno sentire con consistenti riduzioni degli allagamenti prevedibili in molte aree prossime al Naviglio Civico, al Robecco e al Cavo Cerca. Le aree interessate sono descritte nel report dello studio idraulico relativo alle opere nei comuni di Pozzaglio e Corte de’ Frati e nello studio idraulico predisposto ai sensi dell’art. 14 del R.R.7/2017, citati in precedenza. Si incrementano le superfici a limitata pericolosità idraulica e si riducono di oltre 20 ettari quelle relative a pericolosità più elevate.

### 7.1.2 Le Fasce Fluviali PAI

Sono riprodotti nella figura seguente i limiti consolidati delle Fasce fluviali A, B e C definiti nell’area valliva del territorio di Cremona dal PSFF e poi dal PAI, con approvazione di questo (d.p.c.m 24/05/2001).

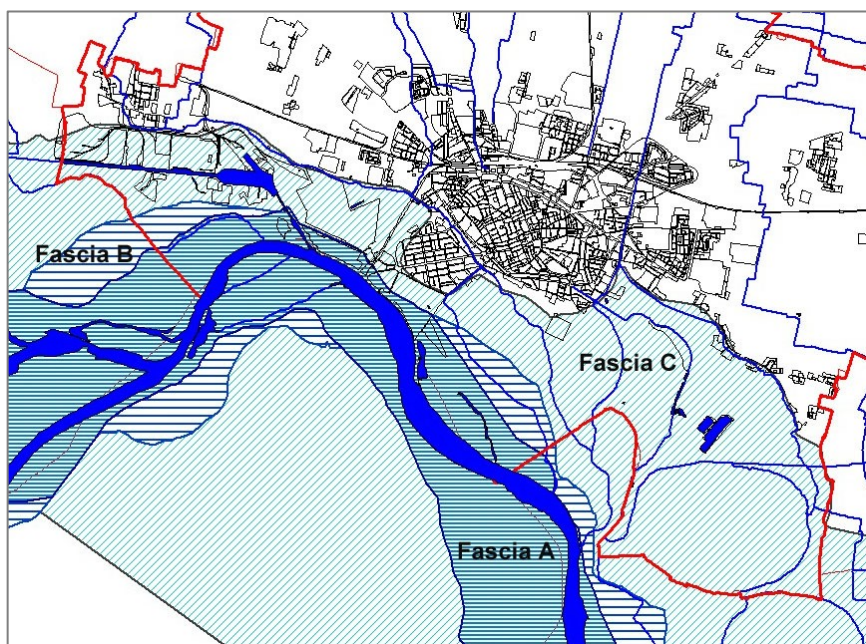


Fig. 7.10

Fasce fluviali PAI in valle Po

I limiti di tutte e tre le fasce, ma soprattutto delle B e C, sono sostanzialmente limiti morfologici rigidi, naturali e/o artificiali, corrispondenti alla scarpata che delimita la Valle del Po rispetto alla Pianura, nel caso della Fascia C, e all’argine fluviale maestro, nel caso della Fascia B. La Fascia A di deflusso della piena è invece delimitata da argini minori, golenali. Riguardo al limite di fascia C, oltre alla necessità di rendere coerente il suo tracciato con la complessa realtà morfologica dei luoghi (vedere precedente Capitolo 1), occorre anche ricordare l’anomalia rappresentata dalla deformazione del limite esterno naturale della fascia di piena catastofica (scarpata di valle), dovuta alla presenza, in piena valle, dell’insediamento urbano del Quartiere Po.

Una significativa novità, inoltre, verrebbe introdotta con la applicazione delle nuove stime dei limiti PAI/PGRA determinati da alluvioni catastofiche conseguenti a tracimazione o rottura arginale. Di questi si sta occupando uno specifico progetto dell’Autorità Distrettuale, giunto nel 2022 alla fase

della adozione e del quale si dà conto nel precedente Capitolo 2, dedicato alle problematiche idrologico-idrauliche.

L'articolo 28 delle NdA del PAI descrive i caratteri delle fasce fluviali e i successivi articoli 29, 30 e 31 ne illustrano le norme di gestione.

Si veda il paragrafo 6.1.1 del Capitolo 6 "Vincoli geologici" della presente relazione, per una più ampia illustrazione delle norme PAI relative alle Fasce Fluviali.

## **7.2 Le altre Aree allagabili**

Il reticolo minore di pianura della città di Cremona e delle aree limitrofe presenta note criticità, accresciute nel tempo dalla espansione edilizia e infrastrutturale degli ultimi decenni.

La rete idrica ha anche forti relazioni con la rete del collettamento fognario, soprattutto attraverso il sistema degli scarichi di piena, che costituiscono una voce rilevante del bilancio idrologico di superficie. Inoltre si è andata riducendo notevolmente la distinzione di funzioni tra diversi corpi idrici, irriguo, bonifica (colatura o colo), scarico reflui, ecc., con il risultato di un quadro qualitativo estremamente interagente e di difficile gestione.

La situazione di difficoltà di drenaggio del reticolo idrografico coinvolge dunque direttamente anche il reticolo fognario, che in Cremona città è storicamente sviluppato su antichi tracciati idrici.

Gli allagamenti conseguenti a forti e/o prolungate precipitazioni sono puntualmente causati da tracimazione dei vari corsi d'acqua che raggiungono Cremona da nord (Roggia Cavo, Naviglio Civico, Fregalino e Dugali di Robecco), rigurgito fognario e ristagno superficiale per impossibile drenaggio.

Oltre a vari documenti di interesse storico e di proposta di sistemazione idraulica risalenti agli anni '50, la rappresentazione delle aree interessate da questi allagamenti deriva da alcuni specifici rilievi e dalle raccolte o sintesi effettuate dallo Studio Polaris citato in precedenza (1999), dallo Studio Bassi per il PRG 2002, e dai successivi studi degli anni 2000-2010, e proseguiti fino all'attualità, dedicati alla progettazione e realizzazione di opere finalizzate alla riduzione del rischio idraulico.

In particolare si richiama lo studio per la "Riduzione del rischio idraulico per i territori della provincia di Cremona afferenti al reticolo idrico principale Fregalino-Fossadone, che coinvolge parte dei comuni del territorio cremonese orientale (Studio Telò per Provincia di Cremona- 2012).

Tutti i dati disponibili al 2010 erano stati considerati, valutati e integrati nello Studio geologico per il PGT vigente (REA 2012).

Era stata anche digitalizzata ex novo la mappa delle aree alluvionate nell'evento piovoso eccezionale del 31/5/1995, predisposta dagli uffici comunali e utilizzata anche dallo Studio Polaris 1999, insieme con altre informazioni. La Tavola, riprodotta alla figura seguente, è probabilmente basata su una valutazione estensiva delle aree in qualche modo e con diversa intensità interessate dagli allagamenti, ed è stata intesa successivamente come rappresentazione delle aree storicamente allagabili.

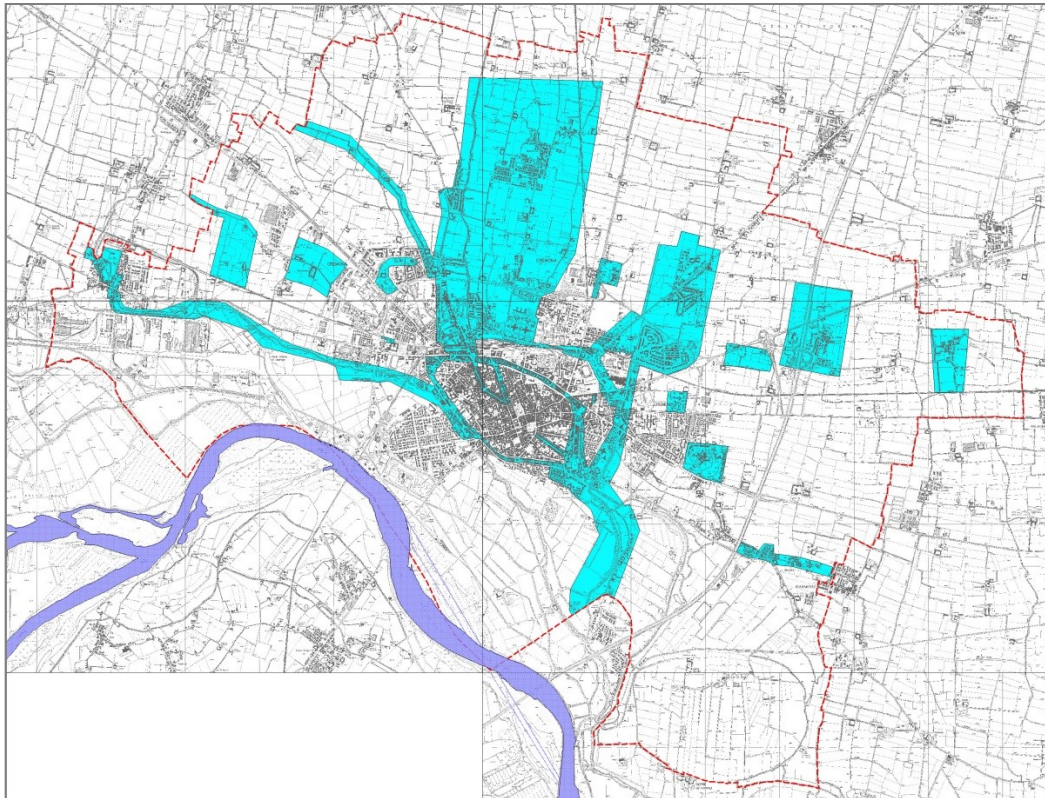


Fig. 7.11

Aree allagate  
nell'evento  
31/5/1995  
(Comune di  
Cremona)

Come già ricordato, lo studio Polaris (1999) aveva inserito le informazioni sulle aree allagabili della pianura nella sua mappatura complessiva, separandole da quelle a maggior rischio idraulico, oggi Zone I.

Si vedano mappa completa e legenda nella figura successiva.

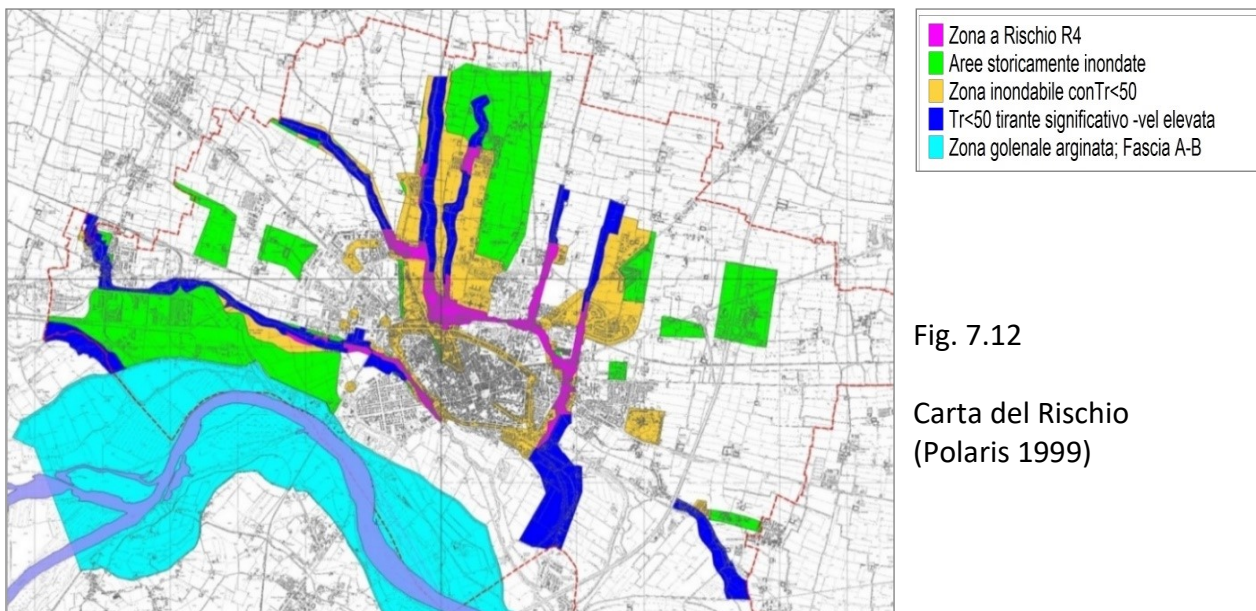


Fig. 7.12

Carta del Rischio  
(Polaris 1999)

Lo studio Bassi per il PGT (2002) utilizza invece una diversa valutazione delle “aree sistematicamente allagate”; anch’essa peraltro considerata e integrata nelle sintesi prodotte con lo studio geologico REA 2010 (si veda figura 4.46 nel precedente Capitolo 2).

Negli studi idraulici successivi al 2010, dedicati alle indagini destinate a progettare soluzioni al rischio idraulico gravante su Cremona e sul Cremonese, viene utilizzata anche una mappa degli allagamenti prodottisi durante due forti eventi piovosi del maggio e giugno 2010, molto simili per intensità a quello del 1995. Le mappe e i disegni rappresentativi degli allagamenti dell'evento di giugno a carico dell'area di Cremona e di molte altre aree ad est della città, presumibilmente ottenuti dalla (o anche dalla..) collaborazione dei consorzi di bonifica, sono stati utilizzati ad integrazione degli altri precedenti.

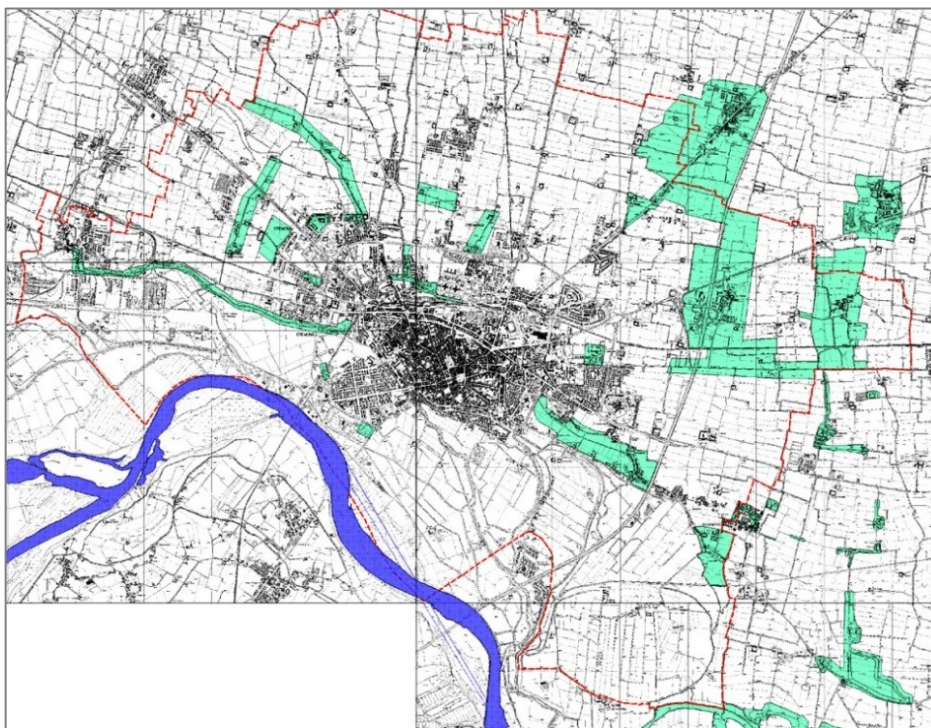


Fig. 7.13

Aree allagate  
nell'evento piovoso  
del giugno 2010  
(prima  
interpretazione/  
rilevamento)

Infine, la “Carta di sintesi delle condizioni di allagabilità e di rischio idraulico da documenti pubblicati”, realizzata nello Studio geologico per il PGT 2012 (REA 2010) era stata considerata come elemento utile “per inquadrare la problematica del rischio idraulico, in attesa di una più compiuta definizione dello stesso”. Essa integra e organizza le zonazioni di Polaris 1999, relativamente alle parti poi classificate come Zone I del PAI ed escluse le successive modifiche illustrate in precedenza (figg. 3.2 e 3.3). Riporta le Fasce fluviali A e B del PAI e l'insieme delle aree esondabili/ allagabili, rilevate in occasione di specifici eventi (1995, 2010) o indicate come “storicamente interessate da allagamenti”. Questa zonazione, salvo le modifiche delle Zone I di cui sopra, rappresenta la sintesi delle informazioni utilizzate per classificazione della Fattibilità Geologica.

Tutte le aree di allagamento rilevate in occasione di eventi meteorici eccezionali e sulla base di altre informazioni storiche e/o rilievi di campo, ed escluse quelle definite con maggiore precisione e con valutazioni idrauliche dallo studio Polaris, poi quasi esclusivamente rappresentate dalle Zone I, sono state inserite nello studio geologico REA 2010 come aree genericamente e potenzialmente allagabili per varie cause, in aree non interessate da importanti corsi d'acqua (in azzurro nella figura 3.14). Rappresentano, dunque, una valutazione di massima degli effetti di esondazione localizzata e allagamento in superficie e non risulta siano dotate di misure di battente idrico, velocità dell'acqua

e direzione. Salvo i casi citati, non risultano neppure collegate a precise valutazioni di frequenza in relazione a previsioni pluviometriche.

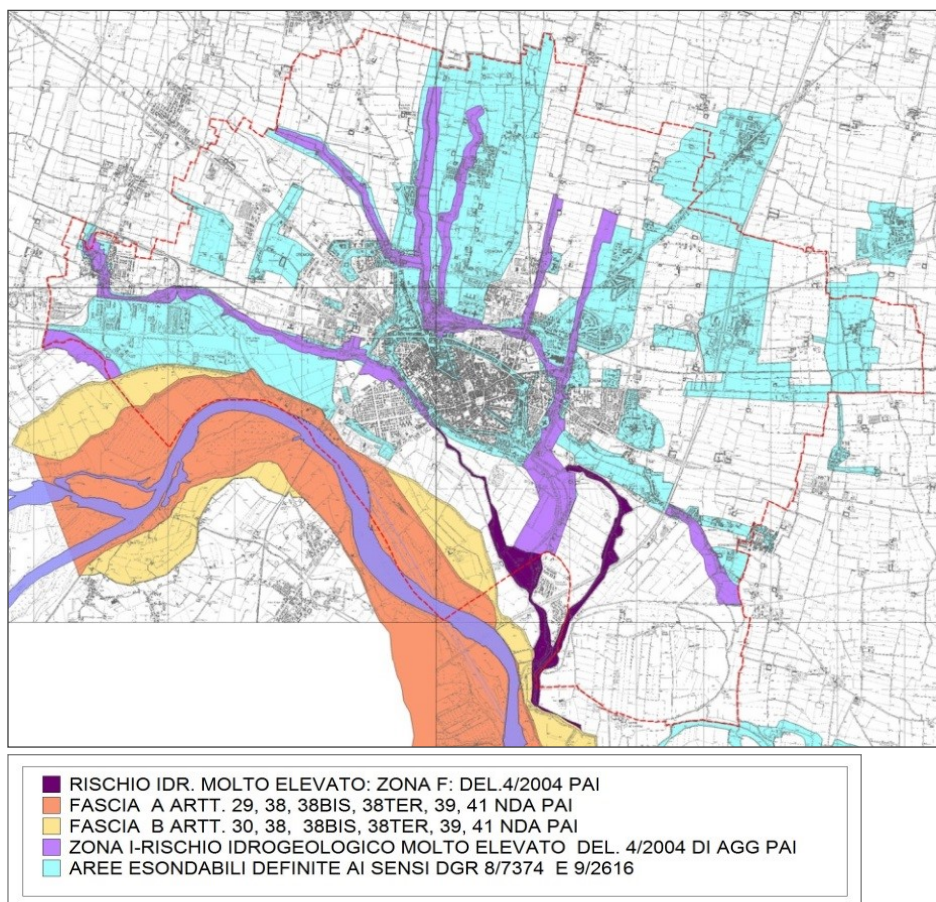


Fig. 7.14

Carta sintesi degli elementi riferibili al rischio idraulico e alla allagabilità delle aree

In realtà, per il PGT 2012 è stata prodotta anche una altra elaborazione, da parte di AEM Cremona, società incaricata della esecuzione della maggior parte degli studi relativi al rischio idraulico per l'area di Cremona nel decennio precedente. Si tratta appunto di una elaborazione di sintesi redatta per il PGT.

La carta indica, derivandoli dagli studi per lo studio del rischio idraulico e le progettazioni di soluzioni mitigative dei problemi, i punti della rete soggetti a possibile rischio di esondazione, ma non rappresenta le aree allagabili, quanto una parte di quelle che risulterebbero essersi allagate nell'evento 6/2010, già ricordato. Una precedente versione della stessa carta, del resto, era nominata "Carta delle aree di potenziale esondazione", poi corretta nel senso di cui sopra.

In questa interpretazione, che è la più recente di quelle esaminate e tra le ultime disponibili, non si ripropone la rappresentazione delle grandi e varie aree interessate, o presumibilmente interessate o interessabili (?), da episodi di allagamento conseguenti a eventi pluviometrici intensi e piene dei canali e dei torrenti della pianura.

Peraltro, le stesse aree, come descritto nel paragrafo successivo, sarebbero state indicate, dai Consorzi di Bonifica, su specifico incarico della Regione, come le aree effettivamente allagate nell'intero intervallo 1990-2010 e, per questo, indicate dalla Regione nel PGRA con un livello elevato (H3) di pericolosità idraulica.

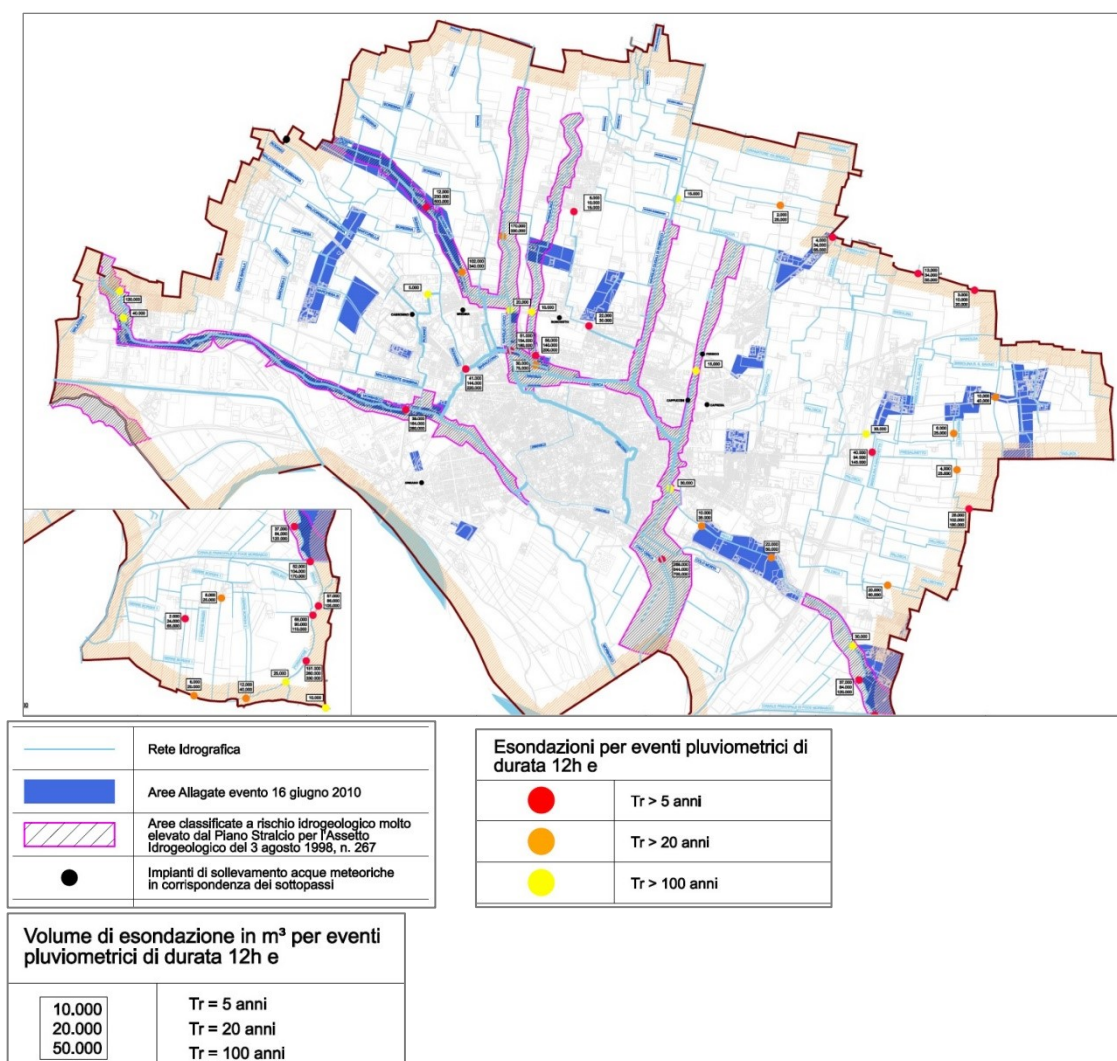


Fig.7.15 AEM 2012 – Carta delle criticità idrauliche

## 7.3 Il Piano di Gestione Rischio di Alluvioni (PGRA)

### 7.3.1 Lo stato di fatto prevalente

“Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), predisposto in attuazione del d.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (cosiddetta “Direttiva Alluvioni”), è stato adottato con deliberazione 17 dicembre 2015 n. 4, approvato con Deliberazione 3 marzo 2016, n. 2 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di bacino del fiume Po e successivamente con d.p.c.m. 27 ottobre 2016 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 30 del 6 febbraio 2017)”.

La prima revisione del PGRA è stata approvata nel dicembre 2021 ed è ora sottoposta al secondo ciclo di pianificazione 2022-27.

Il PGRA ha delimitato le aree allagabili in base a 3 classi di pericolosità idraulica e 4 classi di rischio, definite sulla base dell’incrocio della pericolosità con il danno potenziale, ricavato a sua volta dal tipo e valore del bene esposto per la sua vulnerabilità.

Le aree allagabili si riferiscono ai seguenti ambiti territoriali:

- Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP);
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM);
- Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale (RSP);
- Aree costiere lacuali (ACL).

Gli scenari di pericolosità sono così descritti:

- aree P3 (H nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti;
- aree P2 (M nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti;
- aree P1(L nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni rare;”

Le mappe di rischio utilizzano invece 4 gradi di rischio crescente (R1 - rischio moderato o nullo, R2 - rischio medio, R3 - rischio elevato, R4 - rischio molto elevato).

Con la successiva proposta di Variante alle norme PAI (Titolo V NdA), definitivamente adottata con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 5 del 7 dicembre 2016 (GU – S.G.n. 50 - del 1 marzo 2017), l’Autorità di Bacino ha introdotto, tra le misure di prevenzione previste nel PGRA quella di associare, alle aree allagabili del PGRA, una idonea normativa d’uso del territorio, coerente con quella già presente nel PAI. Contemporaneamente ha disposto l’introduzione di misure di salvaguardia da applicare alle aree allagabili in attesa della approvazione finale della Variante al PAI. Su questa materia, è intervenuta la Regione Lombardia con indicazioni di chiarimento e successivamente con la citata d.g.r. 6738/2017 che contiene “Disposizioni integrative rispetto a quelle contenute nella d.g.r. IX /2616/2011 relative all’attuazione della variante normativa al PAI nel settore urbanistico alla scala comunale” e che sostituisce in toto le misure di salvaguardia di cui sopra.

La delibera precisa i compiti degli enti locali e l’iter tecnico/amministrativo da seguire per adeguare gli strumenti di pianificazione urbanistica e dell’emergenza al PGRA e al disposto della Variante PAI; tenuto conto dell’Ambito Territoriale di Riferimento e della esistenza o meno, sul singolo corso d’acqua, della precedente pianificazione di bacino, con delimitazione delle Fasce Fluviali.

Nel caso del Comune di Cremona sono presenti due diversi ambiti territoriali:

- il “Reticolo principale di pianura e di fondovalle” (RP), interessato, nella pianificazione di bacino vigente, dalla delimitazione delle fasce fluviali, caso applicabile alla parte relativa alla Valle del Po
- il “Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale” (RSP), applicabile a tutte le aree della pianura (d.g.r. 6738/2017 paragrafo 1.3 Il PGRA, quinto capoverso).

In entrambi i casi, “nelle more del completamento delle specifiche varianti al PAI a scala di asta fluviale”:

- nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia A dalle norme di cui al “Titolo II – Norme per le fasce fluviali”, delle Norme di Attuazione (N.d.A.) del PAI (art. 29);
- nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia B di cui all’art. 30 delle NdA del PAI
- nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L), si applicano le disposizioni previste per la fascia C di cui all’art. 31 delle NdA. del PAI”

Le norme sono applicate dai comuni alle previsioni urbanistiche e ai Piani di emergenza comunali. Nelle aree di rischio R4 o già edificate al 2015 (riferimento foto Agea 2015), “i Comuni sono tenuti a effettuare una valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali” con le metodologie dell’All. 4 d.g.r.2616/2011.

Qualora si tratti di aree in RP già comprese nelle Fasce A e B oggetto di precedente valutazione di dettaglio del rischio, il Comune è tenuto a verificare le condizioni di pericolosità ed eventualmente ad aggiornarle utilizzando i dati di partenza del PGRA. In questi stessi casi, il Comune può applicare comunque le norme di fascia A e B alle aree P3/H e P2/M, oppure richiedere che gli interventi edilizi siano supportati dallo studio di compatibilità idraulica basato sui dati già utilizzati dal PGRA.

Nelle aree RSP, in via preliminare e in attesa delle valutazioni dettagliate di cui sopra, il Comune può svolgere “valutazioni preliminari sulla base degli eventi alluvionali più significativi”, anche relative ad altezze e velocità dell’acqua. In assenza anche della valutazione preliminare e in attesa della valutazione dettagliata, il Comune può applicare le norme di fascia A e B alle aree P3/H e P2/M, oppure richiedere, anche in questo caso uno studio di compatibilità idraulica basato sui dati PGRA. Nel caso di Cremona, comune che dispone di studi di dettaglio connessi soprattutto alle Zone I ed aree limitrofe, si è proceduto, nel 2018, ai sensi della d.g.r.6738/2017, al confronto e verifica della congruenza dei limiti esistenti con quelli del PGRA, con successiva applicazione della nuova normativa.

Si richiamano qui le principali considerazioni emerse dalla verifica.

### Ambito RP

I limiti delle fasce fluviali A, B e C della Valle del Po coincidono sempre con i limiti della pericolosità L, M e H del PGRA, salvo alcune situazioni.

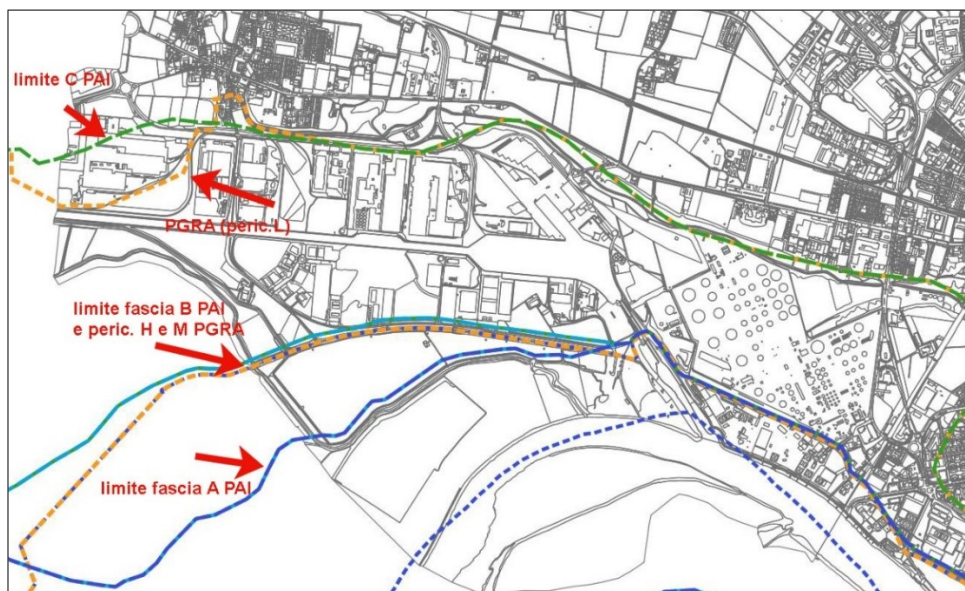


Fig. 7.16

Limiti delle Fasce PAI e delle pericolosità PGRA nella zona ovest della Valle Po

Al limite ovest della valle, i limiti di fascia C PAI e corrispondente Pericolosità L (P1) del PGRA differiscono in zona ARVEDI a causa delle variazioni delle morfologie artificiali intervenute all’interno delle aree produttive.

Una ulteriore differenza riguarda lo spostamento verso nord, da parte del PGRA, del limite di massima pericolosità idraulica (P3/H), dall'argine del T. Riglio, dove si trova il limite di fascia A del PAI, all'argine maestro, a fianco della via Riglio.

In generale, come richiamato nel precedente Capitolo 2, i limiti PAI, a differenza di quelli PGRA, spesso non sono aderenti alle evidenze della morfologia dei luoghi.

### **Ambito RSP**

Per l'ambito dei reticoli secondari di pianura, comprensivo delle aree di valle Po potenzialmente coinvolte dalle esondazioni dei fiumi minori Morbasco, Riglio, Cerca, ecc., la carta della pericolosità idraulica del PGRA riprende e ricalca quanto contenuto negli studi citati in precedenza e nei rilievi, più o meno precisi e con finalità ricognitive molto diversificate, degli ultimi 20 anni almeno.

La versione 2015 del PGRA risultava imprecisa rispetto agli elementi topografici certi del DBTopografico ed è stata corretta nella edizione 2019, sulla base delle verifiche comunali 2018.

A titolo di confronto si vedano le carte già presentate in precedenza nonché le carte e le figure contenute nei lavori originali dello Studio Telò per conto di AEM e quelle delle indagini relative alla zona est di Cremona e limitrofi, per conto della Provincia.

La pericolosità idraulica P2/M della figura seguente conferma l'origine dei poligoni di allagamento da mappe preesistenti, raccolte nella carta sintetica dello studio geologico; fatte salve alcune eliminazioni di aree, relative agli allagamenti 2010, senza una spiegazione conosciuta.

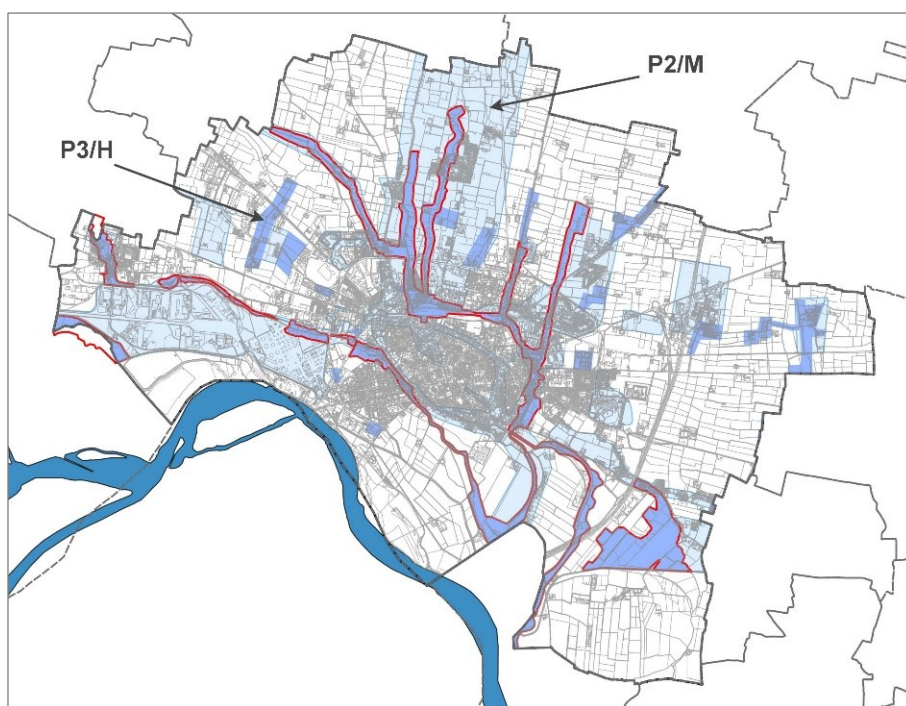


Fig. 7.17

Pericolosità idraulica dell'ambito RSP secondo PGRA (ed.2019)

Come già ricordato, a queste aree si sovrappongono o se ne aggiungono altre attribuite alla Pericolosità P3/H. La gran parte di queste coincide con le aree a "Rischio idrogeologico molto elevato" (Zone I), ma diverse altre, esterne alle Zone I, sono riprese esattamente dalla carta

AEM/ConSORZI 2012, citata in precedenza e ripresa tal quale dalla Regione nel PGRA, e rappresenterebbero le aree effettivamente allagate nell'evento 2010.

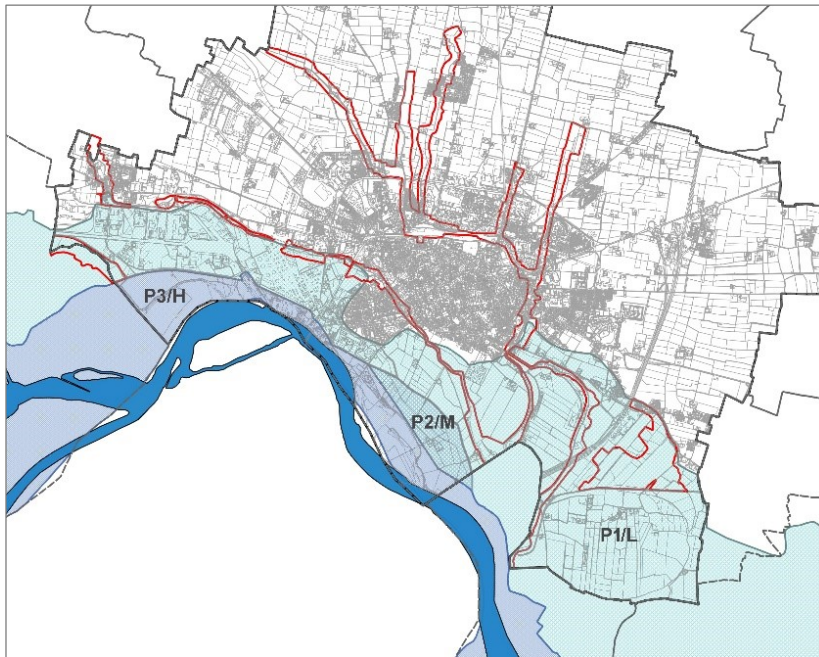


Fig. 7.18

Pericolosità idraulica dell'ambito RP secondo PGRA (ed.2019)

Non risulta essere però disponibile una adeguata illustrazione degli eventi e degli effetti, nonché la certezza riguardo all'intervallo di tempo che sarebbe stato considerato per segnalare tutte le aree allagate.

In ogni caso, si tratta, in buona parte, di aree almeno parzialmente edificate, e da ciò deriva il peso attribuito al fenomeno e/o la effettiva gravità, legata anche a insufficienze della rete fognante.

Riguardo al Rischio idraulico in PGRA, si nota che la classe di maggiore gravità (R4) è limitata alla fascia lungo Po, cosiddetta "dei canottieri", mentre le classi medie R3 e R2 interessano parecchie aree sia in valle, che sulla pianura.

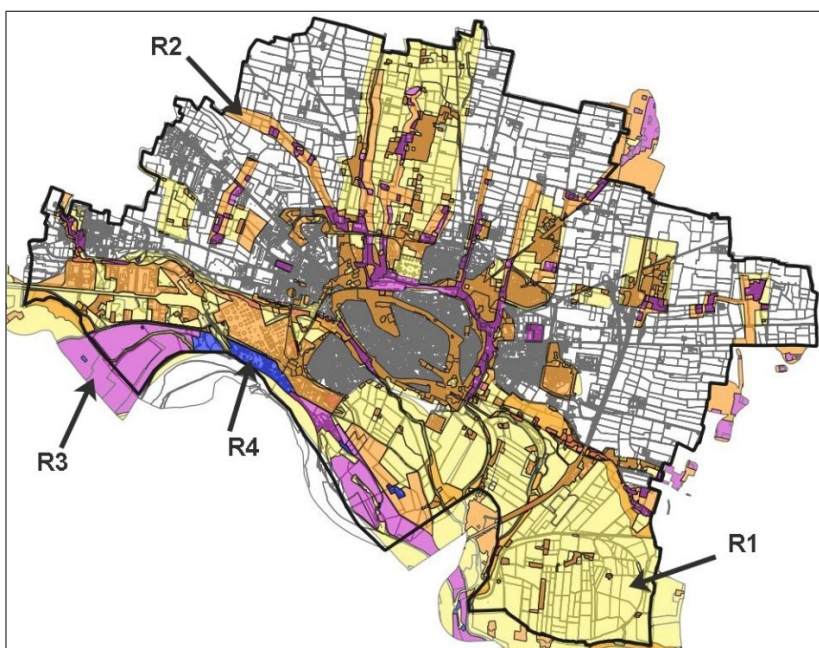


Fig. 7.19

Rischio idraulico negli ambiti RSP ed RP secondo il PGRA

Tutte le aree R2 corrispondono a superfici edificate e la loro individuazione coincide esattamente con la parte urbanizzata dell'insieme delle aree considerate e in qualche modo interessate da allagamenti nel corso degli ultimi 20-30 anni. Ad esse è stata attribuita la Pericolosità P2/M. Le aree a rischio R3 sono anch'esse aree edificate, ma comprese all'interno delle Zone I, a rischio idrogeologico molto elevato; ma anche comprese in quelle porzioni di territorio che la Carta AEM 2012/Consorzi segnala come allagate nell'evento 6/2010 (o nell'intero intervallo '90-2010, come sopra accennato). Queste aree, come visto, presentano Pericolosità 3/H e, per questo motivo, il loro livello di rischio diviene pari a quello delle Zone I; classificazione che appare non proporzionata alle caratteristiche dei fenomeni possibili in queste aree, rispetto a quelli tipici delle Zone I.

Il meccanismo di attribuzione della classe di rischio idraulico mette infatti in relazione la pericolosità idraulica (P) e il danno, ricavato a sua volta dal valore dell'elemento esposto a rischio (E) per la sua vulnerabilità (V). Secondo la seguente espressione:  $R = P * (E * V)$ , con  $E * V = D$  (danno)

Si vedano le due matrici di valutazione finale, utilizzate dal PGRA per la stima di R nei casi dell'ambito RP e dell'ambito RSP. Nel primo caso, a parte le aree comprese nella ex Fascia A del PAI, a massima inondabilità, e quelle appartenenti alle Zone I, sono presenti solo poche piccole aree di rischio R3, corrispondenti ad aree particolari dove sono segnalati periodici o occasionali allagamenti.

Nel caso della pianura, invece, tenuto conto che le aree edificate, soprattutto di tipo residenziale e produttivo, sono sempre attribuite alla categoria di Danno 4, è evidente che il Rischio R3 è determinato dalla presenza di una pericolosità P3, come del resto in precedenza evidenziato.

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R4	R2
	D3	R4	R3	R2
	D2	R3	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'	
		P3	P2
CLASSI DI DANNO	D4	R3	R2
	D3	R3	R1
	D2	R2	R1
	D1	R1	R1

Fig. 7.20

Matrici di valutazione del rischio idraulico secondo il PGRA (Regione Lombardia)  
A sinistra: Ambito RP  
A destra: Ambito RSP

### 7.3.2 Le nuove stime del rischio idraulico

La revisione delle pericolosità idrauliche è stata condotta sia nelle Zone I, e illustrata nel precedente paragrafo 7.1.1, sia nell'intero territorio comunale e in particolare nelle aree limitrofe a tutti i corsi d'acqua interessati dalle opere di mitigazione delle piene provenienti dai territori a nord della città di Cremona. Con le metodologie regionali previste dalla d.g.r. 2616/2011 sono state messe a punto anche le nuove mappe del rischio idraulico che modifica la situazione descritta dalle carte previgenti del PGRA (v. *Studio idraulico del territorio comunale di cui ai commi 1, 2, 3 e 4 dell'articolo 14 del R.R. n.7/2017 (Studio Telò per Comune di Cremona - 2022)*).

Gli esiti di questa attività, compiutamente verificabili tramite consultazione dei report e delle cartografie originali, sono descritti al Capitolo 2 "Idrografia e rischio idraulico" della presente

relazione e sono qui richiamati molto brevemente. Riguardo alle Zone I, a Rischio idrogeologico Molto Elevato (RME), si determina una significativa riduzione delle aree interessate dalle pericolosità idrauliche più gravose, sia con azzeramento della previsione di inondazione, sia con il declassamento della gravità dei fenomeni previsti. Si veda, al proposito, il precedente paragrafo relativo alle Zone I del PAI e la tabella 1 delle superfici interessate.

DANNO POTENZIALE	ELEMENTI A RISCHIO
Grave (E4)	Centri urbani, beni architettonici, storici, artistici, insediamenti produttivi, principali infrastrutture viarie, servizi di elevato valore sociale
Medio (E3)	Aree a vincolo ambientale e paesaggistico, aree attrezzate di interesse comune, infrastrutture viarie secondarie
Moderato (E2)	Aree agricole di elevato pregio (vigneti, frutteti)
Basso (E1)	Seminativi

	H4	H3	H2	H1
<b>E4</b>	R4	R4	R2	R2
<b>E3</b>	R3	R3	R2	R1
<b>E2</b>	R2	R2	R1	R1
<b>E1</b>	R1	R1	R1	R1

Fig.7.21 Rischio idraulico derivato dalla pericolosità H per il Danno E sec. All.4 dgr 2616/2011

Per quanto riguarda il Rischio Idraulico, sostanzialmente determinato dall’impatto delle diverse pericolosità sulle varie forme d’uso del suolo, secondo, però, lo schema e la matrice propria del citato All.4 (vedi sopra), la situazione seguente ne rappresenta la stima all’interno delle Zone I, secondo le ultime valutazioni predisposte tra 2021 e 2022. Si veda anche la successiva tabella che illustra le superfici occupate e le variazioni del quadro tematico rispetto alla situazione previgente “2018”. L’individuazione dei livelli di rischio idraulico è limitata alle aree edificate e relative pertinenze, ai sensi del punto 5 dell’art.51 delle NdA del PAI (Aree a rischio molto elevato nel reticolo principale e secondario nelle aree di pianura).

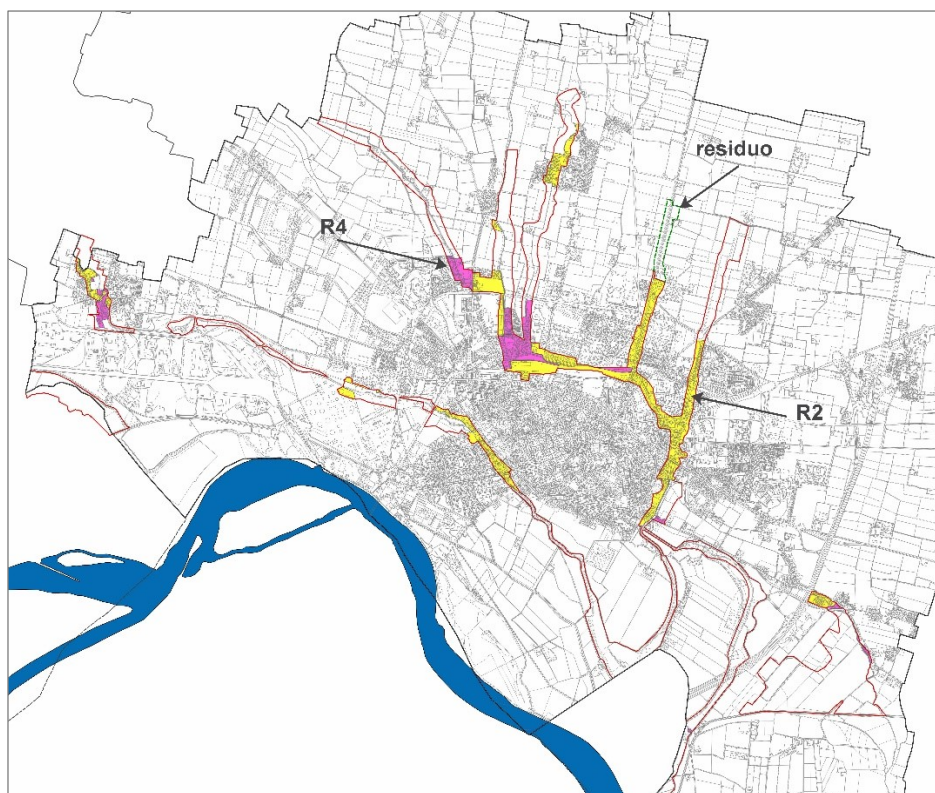


Fig.7.22

Nuova zonazione del rischio idraulico nelle Zone I PAI

Rischio	2018		2023		variazione	
	m2	%	m2	%	m2	%2018
residuo	273229	15,0	117058	7,1		
R1	60	0,0	60	0,0	0	
R2	1104543	60,6	1193878	72,3	+89335	+4,9
R4	444873	24,4	339778	20,6	-105095	-5,8
tot	1549476		1533716		-15760	-1

Tab.2  
Incidenza in % delle  
classi di rischio nelle  
Zone I PAI

Le aree maggiormente interessate da rischio R4 si trovano nella parte sud dell'abitato di Cava Tigozzi, all'entrata in città della Roggia Cavo e nella zona di confluenza del Naviglio Civico e del Fregalino del Boschetto con il sistema dei canali di gronda della città (Cavo Cerca e Cremonella).

### Rischio idraulico nelle aree edificate

Sulla Carta PAI-PGRA sono anche rappresentate le aree a significativo rischio idraulico che cadono all'interno degli ambiti edificati dell'intero territorio comunale, compresi gli insediamenti isolati.

Nei contesti edificati dell'ambito RSP si sommano le aree a rischio R3 del PGRA, derivate da aree di pericolosità P3/H, e le aree a rischio R4 ricavate dalle pericolosità H3 e H4 da elaborazione secondo All.4 d.g.r. 2616/2011. Risultano aree sparse da ovest ad est, anche in modeste superfici, per un totale di circa 1,77 km<sup>2</sup>.

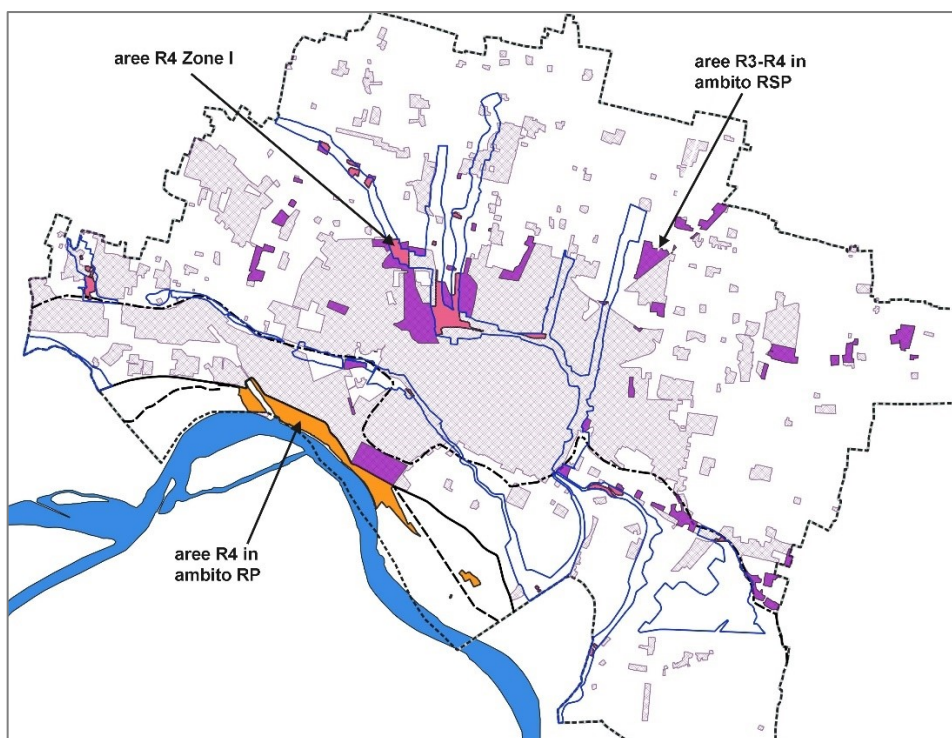


Fig.7.23

Aree edificate  
con obbligo di  
valutazione di  
dettaglio della  
pericolosità e  
rischio

Nello stesso contesto idrologico, ma anche in Valle Po, in ambito fascia C del PAI, si può considerare che altre aree a rischio elevato o molto elevato si collocano all'interno delle Zone I, per la parte interna all'edificato, per un totale di 0,42 km<sup>2</sup> circa (in precedenza 1,5 km<sup>2</sup>).

Infine, superfici per circa 0,82 km<sup>2</sup>, con rischio R4, si trovano in contesti edificati nell'ambito vallivo del Reticolo Principale; sostanzialmente all'interno della fascia A PAI.

Complessivamente si tratta di 3 km<sup>2</sup> di territorio (4,3% della superficie comunale) che presentano rischio idraulico elevato e hanno obbligo della valutazione in dettaglio della pericolosità e del rischio a scala locale (d.g.r. 6738/2017 cap.4).

### 7.3.3 Modifiche introdotte nella geografia delle fasce PAI e delle aree allagabili PGRA

Nella Tavola 7, Carta PAI-PGRA vengono rappresentati gli oggetti tematici relativi al PAI, presenti nell'area di Cremona, cioè le fasce PAI sul reticolo principale rappresentato dal solo Fiume Po e le Aree a rischio idrogeologico molto elevato (Allegato 4.1 Elaborato 2 del PAI), relativamente alla categoria "Esondazioni" Zona 1. Riguardo al PGRA sono rappresentate le aree allagabili in Ambito Reticolo Principale (RP), espresse nei tre scenari: P3/H (elevata probabilità di alluvioni), P2/M (media probabilità) e P1/L (scarsa probabilità di alluvioni o eventi estremi); e le aree allagabili in Ambito Reticolo Secondario di Pianura (RSP), nei due soli scenari: P3/H e P2/M.

Riguardo alle Fasce PAI, e limitatamente alla A e B, sono stati operati gli aggiustamenti topografici minimi per farle coincidere con le arginature golenali e principali che le definiscono. Le geometrie delle fasce PAI disponibili in rete (Geoportale Lombardia), e utilizzate finora, sono infatti collocate da 30 a 50 m oltre la sommità/mezzeria dei corpi arginali che fungono da limiti alle aree allagabili. In questo modo, i limiti PAI di fascia A e B, sono stati portati a coincidere anche con la zonazione PGRA, salvo dove essa si discosta dalla interpretazione del PAI, cioè nel tratto ovest della valle, al confine con Spinadesco.

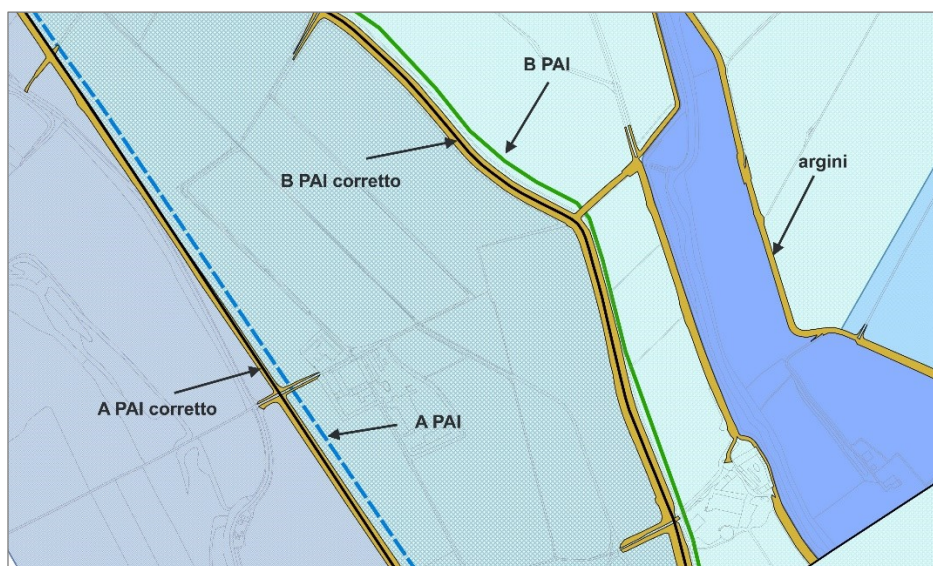


Fig.7.24

Esempio delle correzioni per adeguamento limiti PAI A e B alle evidenze topografiche (art.27 Nda PAI)

Le modifiche al quadro delle pericolosità idrauliche definite dal PGRA derivano invece dalla mappatura delle pericolosità definite con studio idraulico, secondo l'All.4 d.g.r.2616/2011 (Studio Telò, May Fly 2022).

Con esse sono stati ridefiniti i livelli della pericolosità in alcune aree prossime al centro di Cremona e affiancate alle Zone I. Queste ultime conservano una pericolosità PGRA P3/H, nonostante dispongano già di una zonazione di pericolosità di maggior dettaglio, derivata anche da vari precedenti studi su base All.4 dgr 2616/2011. La porzione distale del poligono di Zona I lungo il Dugale Robecco è declassato a solo “rischio residuo”. Al di fuori delle Zone I, invece, si hanno i seguenti aggiornamenti:

- L’inviluppo delle superfici interessate da pericolosità idraulica rimane pressoché invariato, salvo la riduzione della piccola area tra via Maffi e via Postumia e quella corrispondente al sottopasso tra SP10 e ferrovia;
- nelle aree tra centro e Boschetto, lungo Naviglio e Fregalino, si sono ampliate o modificate alcune aree a pericolosità elevata H4, che passano in PGRA P3/H
- nell’area del Parco Po risulta decisamente allargata l’area P3/H, derivata da una stima di pericolosità H4
- all’interno delle Zone I, nell’area TUC e fuori di essa, sono state ridotte le pericolosità idrauliche in alcuni tratti; la classificazione secondo PGRA rimane quelle attuale.

Per altri dettagli riguardo alle Zone I si può consultare la relazione: “Proposta di ridefinizione di pericolosità e rischio idraulico nelle aree RME (Studio Telò May Fly 2023).

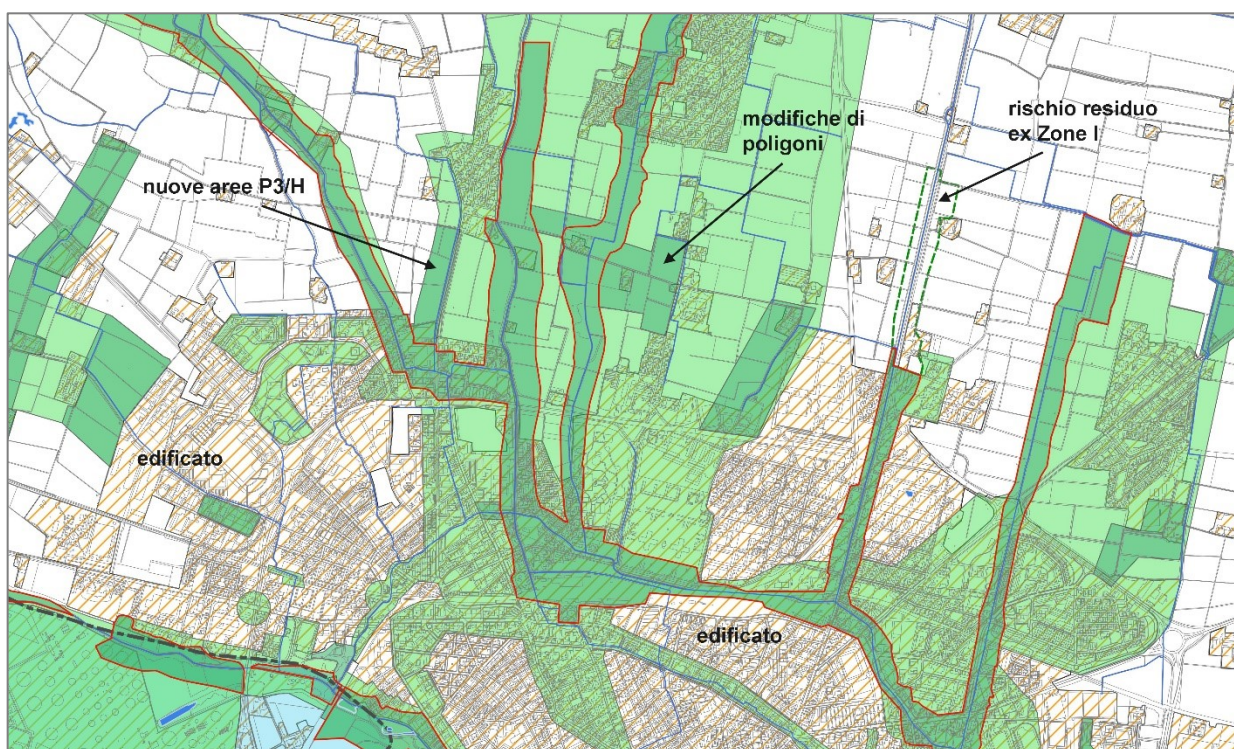


Fig. 7.25 Modifiche alla carta PGRA Ambito RSP e Zone I

## **8 Sintesi dei fattori di vulnerabilità e pericolosità**

### **Premessa**

La descrizione dei fattori di pericolosità/vulnerabilità utilizza il testo 2012 aggiornato soprattutto per le parti relative al tema del rischio idraulico e per alcuni adeguamenti formali.

Il testo è integrato da un paragrafo relativo alla “infiltrabilità superficiale” da acque meteoriche, che riconsidera quanto proposto dallo Studio comunale di Gestione del Rischio Idraulico.

Sulla base delle considerazioni sviluppate sono introdotte prescrizioni specifiche nella normativa di fattibilità geologica.

## 8.1 Le pericolosità e vulnerabilità geologiche

La Carta di Sintesi, prodotta a scala 1:10.000, interessa l'intero territorio comunale e rappresenta, come previsto dalla d.g.r. 9/2616 del 30/11/2011, le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico stato o fenomeno geologico che le genera.

È costituita da una serie di poligoni che definiscono porzioni di territorio caratterizzate dagli stessi fattori di pericolosità geologico – geotecnica o di vulnerabilità idrogeologica e idraulica, espressi allo stesso livello di intensità.

La norma vigente definisce gli ambiti di pericolosità e vulnerabilità attraverso i quali costruire la Carta di Sintesi e la successiva Carta di Fattibilità Geologica.

Nel territorio comunale gli studi analitici hanno messo in luce la presenza di quattro principali tipi di pericolosità/vulnerabilità:

1. *Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti (fattore molto marginale a Cremona)*
2. *Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico*
3. *Aree vulnerabili dal punto di vista idrologico – idraulico*
4. *Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche:*

Come si vedrà, parte di queste situazioni sono già state descritte nei precedenti Capitoli 6 e 7, relativi ai vincoli geologici e geologico – ambientali e alla Carta PAI-PGRA. Ciò si verifica quando una oggettiva o presunta vulnerabilità geologica è già stata individuata e sottoposta ad un regime vincolistico, definito in qualcuno degli strumenti di pianificazione vigenti o in indirizzi normativi nazionali. In questi casi, in cui esiste la pericolosità/vulnerabilità, ed esiste la norma che la sottopone a specifica regolamentazione, l'area o il sito a rischio devono essere segnalati sia nella Carta dei Vincoli, sia nella PAI-PGRA, se pertinente, sia in quella di Sintesi.

Nello studio in oggetto si fa però una eccezione: per motivi di chiarezza grafica, le aree PGRA sono rappresentate nella Tavola dedicata (Carta PAI-PGRA) e non replicate nella Tavola dei Vincoli.

In altri casi, invece, l'area o il sito individuati possono essere delimitati e descritti nella sola Carta dei Vincoli o, invece, nella sola Carta di Sintesi. La prima situazione corrisponde alle aree sottoposte a vincolo preventivo/precauzionale, espresso da una limitazione gestionale e/o d'uso dell'area, richiesto dalla legge. L'esempio tipico è rappresentato dalle Zone di Rispetto delle captazioni idriche che non indicano una specifica caratteristica di vulnerabilità idrogeologica dei terreni circostanti la captazione, ma semplicemente l'estensione della zona in cui evitare attività potenzialmente pericolose.

Al contrario, nella Carta dei Vincoli non sono comprese aree caratterizzate da pericolosità geologiche effettivamente rilevate e non già definite e regolamentate da strumenti normativi esistenti.

È evidente che con il perfezionarsi delle conoscenze ambientali/territoriali e degli strumenti di pianificazione sovraordinata si potranno ridurre ulteriormente le differenze tra Carta dei Vincoli e Carta di Sintesi, rimandando a quest'ultima l'individuazione di fenomeni sempre più locali e il compito dell'aggiornamento delle situazioni già individuate.

## 8.2 Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti:

### Aree estrattive dismesse non ancora recuperate

È stata individuata una zona di cava a sud – est della città (cava di prestito A21) con relativo lago attualmente utilizzato per pesca sportiva. La si interpreta come “area estrattiva non recuperata” perché lo scavo, colmato d’acqua di falda, non ha subito modifiche sostanziali ed è dunque da considerarsi come sottoposto a rischio di instabilità dei versanti (di pendenza non nota). Alla area della ex cava è stata imposta una fascia di rispetto di 20 m, ritenuta sufficiente a prevenire eventuali fenomeni di dissesto sulle scarpate e a consentire gli interventi di sistemazione ambientale.



Fig. 8.1

Ex cava A21, ora area di pesca sportiva  
(da GoogleEarth 7/2021)

Una seconda area di cava è presente, in realtà, lungo il Morbasco ad est di Cavatigozzi. In questo caso si tratta di un ambito storico di cava di bordo terrazzo, già fortemente trasformato e con forme di rinaturalizzazione spontanea e artificiale già in atto e avvenute. Non si prevedono specifiche salvaguardie geologiche.

### Scarpate morfologiche di maggiore altezza e pendenza

In generale, la morfologia del territorio di Cremona presenta una modestissima energia, ed è caratterizzata da blande pendenze dei terreni e lievi dislivelli tra ambienti morfogeologici diversi. Oltre alle situazioni di origine antropica (si veda il punto precedente ed altre situazioni artificiali), fa eccezione la fascia di separazione tra superfici della pianura e Valle del Po. Le due superfici geologiche sono separate da una scarpata ben riconoscibile e discretamente conservata ad ovest ed est della città, mentre all’interno delle aree edificate storiche la superficie di separazione non è netta e spesso poco riconoscibile.

Le scarpate di raccordo morfologico risalgono anche in Valle del Morbasco, a Cavatigozzi, ma con minori dislivelli e maggiore livello di trasformazione.

Dove questa scarpata non è già trasformata o ridotta, dove si sviluppa in una unica falda, e dove presenta caratteri morfologici significativi, cioè altezze superiori a circa 4 m e pendenze maggiori del 30%, si ritiene possano verificarsi situazioni di potenziale instabilità, perlomeno in condizioni ambientali sfavorevoli (sovraccarichi, imbibizione idrica, scavi, ecc.).

Nonostante non siano noti dissesti significativi in atto o recenti, tuttavia l'intera area corrispondente al versante in pendenza deve essere soggetta a vincolo di non trasformabilità con apposita categoria di fattibilità geologica. Si può considerare anche che ai poligoni corrispondenti alle scarpate s.s. si aggiunge anche il vincolo preordinato, da PTCP, corrispondente ai 10+10 m del rispetto dei bordi di scarpata.

Le fasce ritenute sottoposte a rischio potenziale decorrono in particolare, da ovest ad est, dall'abitato di Cavatigozzi – via Milano alla circonvallazione ovest della città (via Eridano) e, ad est del centro, per un solo breve tratto, al margine del terrazzo morfologico, lungo la via Villetta.

Le superfici interessate sono, in pianta, limitate a poco meno di 6 ha.



*Fig. 8.2 Scarpate di altezza superiore a 4 m e pendenza > 30%*

### **8.3 Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico**

Sono comprese in questa tipologia aree di interferenza con la falda idrica, sia sotto forma di falda emergente, che di falda molto poco profonda.

#### Aree a bassa soggiacenza o emergenza della falda freatica

A partire dalla mappatura delle soggiacenze della falda freatica, sono state selezionate ed evidenziate le aree con livello di falda mediamente entro i 3 m dalla superficie o compreso tra 3 e 5 m di profondità.

Le aree con acqua, escluse alcune minori collocate sulle superfici della pianura terrazzata, sono quasi sempre alimentate, almeno parzialmente, dalla falda freatica e, in questo senso sono considerate vulnerabili e segnalate nel contesto della tutela idrogeologica da riservare alle zone a bassa o minima soggiacenza.

Viste le considerazioni esposte al Capitolo 3, relativamente alle variazioni recenti dei livelli piezometrici e alle oscillazioni della falda freatica, si è mantenuta la mappa 2011 come riferimento per l'impostazione delle categorie di vulnerabilità/pericolosità qui richiamate ed utilizzate per la redazione della carta di fattibilità geologica e annessa normativa.

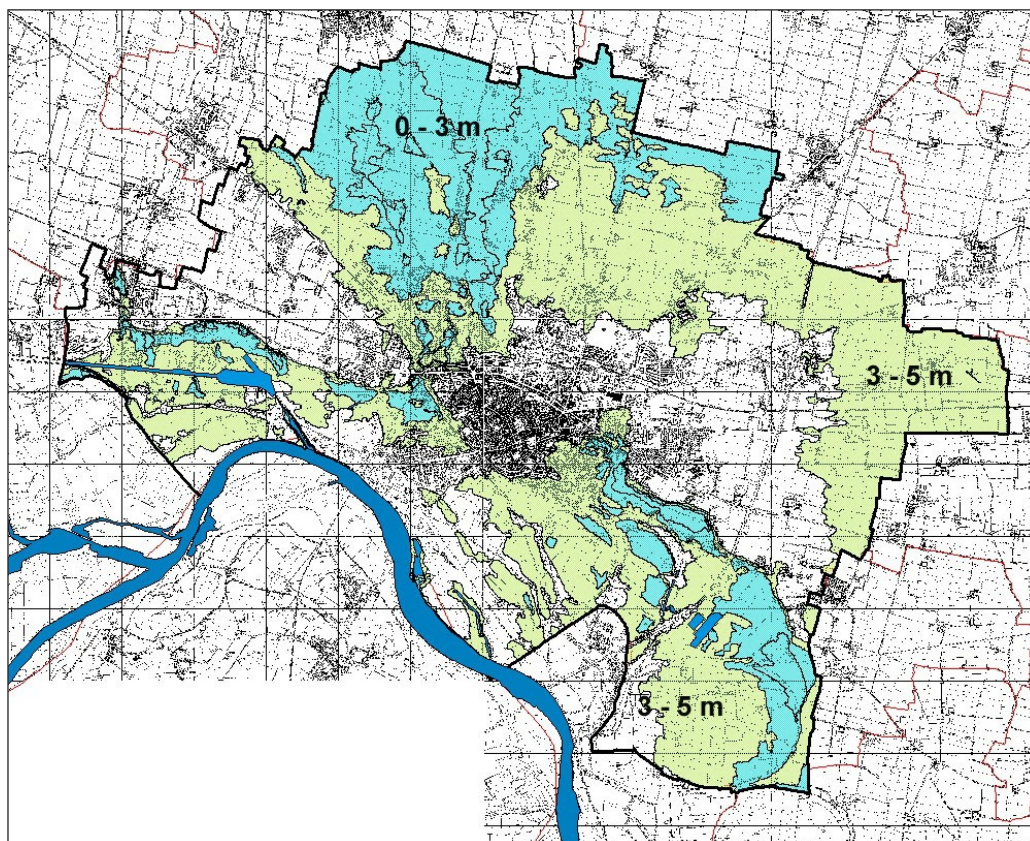


Fig. 8.3  
Aree a bassa  
soggiacenza  
(0-3 e 3-5 m)  
Rilievi 2011

## 8.4 Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

### Aree esondabili

Sono riportate, con intento di massima cautela, tutte le aree nelle quali in passato sono stati segnalati episodi di esondazione o allagamento. Si veda, per una descrizione dei documenti cartografici utilizzati, nei paragrafi 2.4 e 2.5 del Cap.2 alla presente relazione, oltre che nel Capitolo 7 PAI-PGRA. Si tratta di fonti diverse, che si rifanno sostanzialmente a rilievi delle aree allagate eseguiti a partire dagli anni '90 e che si completano con i rilievi delle zone interessate dagli allagamenti del maggio e giugno 2010. Sulla base di questi documenti non era possibile distinguere le modalità di esondazione, i tempi di ritorno e i battenti idrici, se non con ipotesi e deduzioni poco documentate. Graduale incremento della affidabilità delle stime delle aree allagabili si è ottenuto con gli studi idraulici realizzati a più riprese soprattutto per la valutazione della pericolosità idraulica delle zone ad "elevato rischio idrogeologico" (Zone I PAI) e delle aree ad esse limitrofe.

Infine, nel corso del 2022, per la predisposizione dello Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico (SCGRI), relativo al tema della invarianza idraulica, il Comune di Cremona ha realizzato un nuovo studio idraulico (Studio Telò May Fly 2023) con stime estese all'intero territorio comunale.

#### Zone a rischio idrogeologico molto elevato

Sono le aree definite dal DL. 180/1998, convertito nella Legge 267/1998, sottoposte a situazioni a grave rischio idrogeologico presenti nell'ambito del Bacino del Po. Le aree, individuate con Piano Stralcio 267 e approvate nel 1999 e successivamente nel 2001 e 2004, sono disciplinate dal Titolo IV delle NdA del PAI (Elaborato 2, All.4.1).

Sono indicate come Zone I dall'art. 51 delle NdA del PAI e definite "aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni".

Porzioni di aree simili risultavano già indicate nella cartografia depositata presso l'Autorità di bacino come Zone F, non definite, ma assimilabili alle Zone I. Si veda, al proposito, la figura 7.2, al precedente Capitolo 7.

All'interno dei centri edificati si recepiscono i risultati dello Studio Valutazione della pericolosità e del rischio idraulico (*Allegato 4 DGR Lombardia n. 2616/2011*) all'interno delle aree classificate a rischio idrogeologico molto elevato (Zone I - L.R. 267/98) del Comune di Cremona (Studi idraulici condotti tra 2008 e 2022).

#### Fasce A, B e C del PAI

Nel PAI, la fascia A rappresenta la zona di deflusso della piena duecentennale di riferimento, mentre la fascia B è la zona allagata dalla stessa piena con Tr 200 anni. Le aree interessate sono limitate da argini di golena e dall'argine maestro del Po. La fascia C, nella sua attuale versione ufficiale, occupa tutta la rimanente parte della valle del Po, dall'argine maestro alla base della scarpata pianura – valle, con la esclusione di gran parte del Quartiere Po e delle fasce di territorio a sud di via Giordano e tra via Novati e il Cavo Cerca. Il suo tracciato è molto impreciso, poiché comprende aree non più inondabili (terrazzi artificiali area ARVEDI, ora escluse dal PGRA) e non coincide almeno con i limiti delle Zone I "a rischio idrogeologico molto elevato", né, precisamente, con la sommità o la base del terrazzo principale di valle.

#### Area della Valle del Po

Per i motivi sopra esposti, relativi alla scarsa affidabilità del limite esterno della Fascia C PAI e alla esclusione da essa del Quartiere Po, considerata invece la complessiva vulnerabilità idraulica della intera valle fluviale, connessa con la possibilità di sormonto o rottura per sfiancamento degli argini fluviali in occasione di eventi eccezionali, si applica all'intero ambito vallivo un moderato livello di rischio di inondazione e/o di allagamento per salita dei livelli di falda e fenomeni esondativi connessi a piene assolutamente eccezionali.

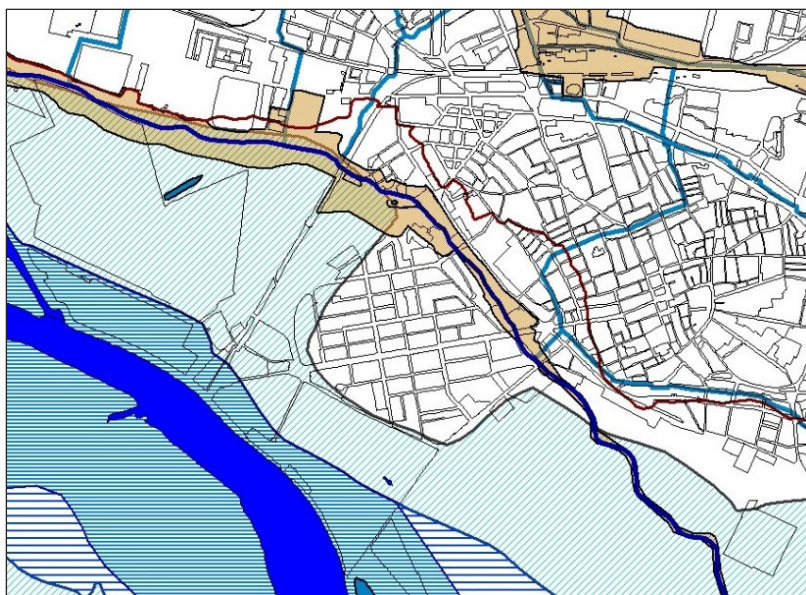


Fig. 8.4

Limite di Fascia C PAI (tratteggio azzurro) nella zona del Quartiere Po

A proposito di tale tipo di pericolosità idraulica, si consideri che l’Autorità di Bacino ha già in atto una serie di attività di verifica e perfezionamento della cartografia delle “aree allagabili complessive” a seguito di rottura o tracimazione arginale. I risultati dell’attività non sono ancora divenuti indicazione cogente ai fini della ridefinizione dei limiti delle fasce fluviali e delle pericolosità connesse. Quando lo saranno, si proporrà la necessità di un tracciamento di adeguato dettaglio e affidabilità del limite PAI di fascia C.

Del tema si tratta brevemente anche al Capitolo 2 par.2.5.2.

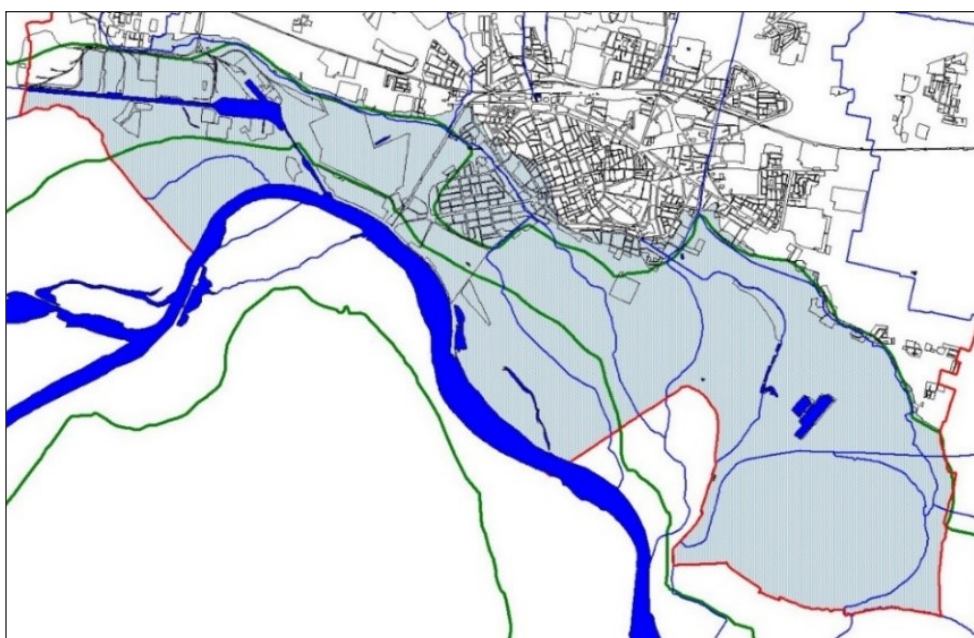


Fig. 8.5

Area di valle compresa nel territorio di Cremona e limiti della Fascia C PAI (verde scuro)

#### Aree definite dal PGRA

Con il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, la Regione ha riproposto un quadro complessivo della pericolosità idraulica sull’intero territorio comunale, riutilizzando il quadro, articolato ma non completamente affidabile, dei rischi di allagamento delle aree, sia in Valle Po, sia sulla pianura.

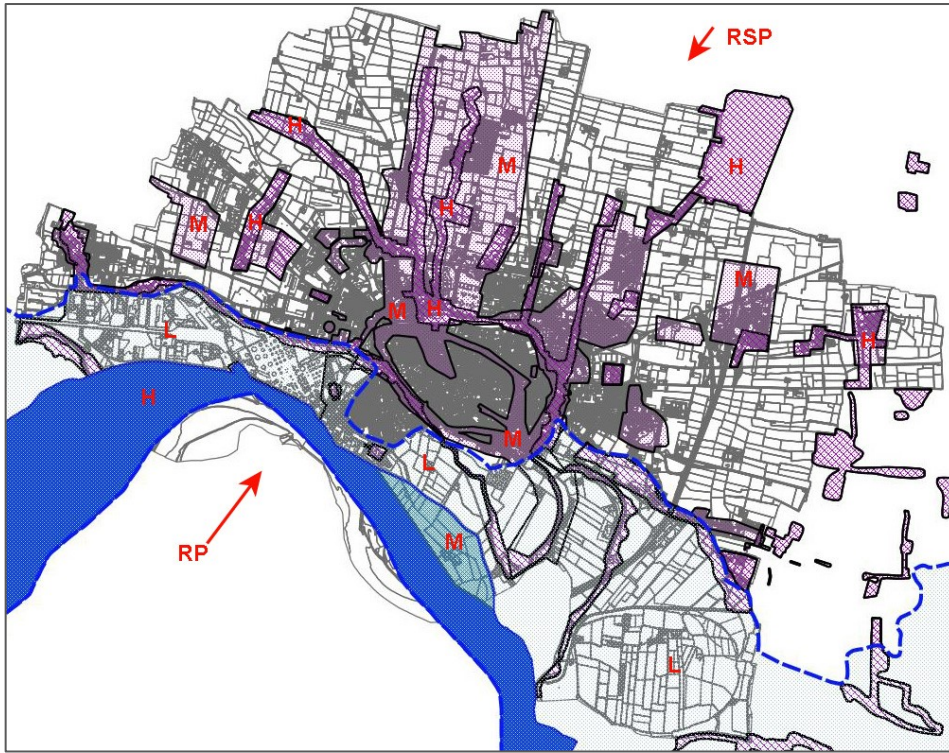


Fig. 8.6

Are a diversa pericolosità idraulica, secondo il PGRA

Questa situazione, ampiamente descritta in tutti i capitoli precedenti, costituisce la base per la classificazione attuale della pericolosità e del rischio idraulici, ma è stata riconsiderata e dettagliata dalla recente analisi idraulica condotta sull'intero territorio comunale per gli obiettivi dello Studio comunale di gestione del Rischio Idraulico (SCGRI), previsto dal r.r. 7/2017 (Studio Telò, May Fly). Gli esiti sono rappresentati nella figura seguente, sia relativamente alle Zone I, sia per il resto del territorio, in ambito RSP e in ambito RP. Si veda una illustrazione più ampia della situazione al capitolo 2, par.2.6.3 ed anche al precedente Cap.7.

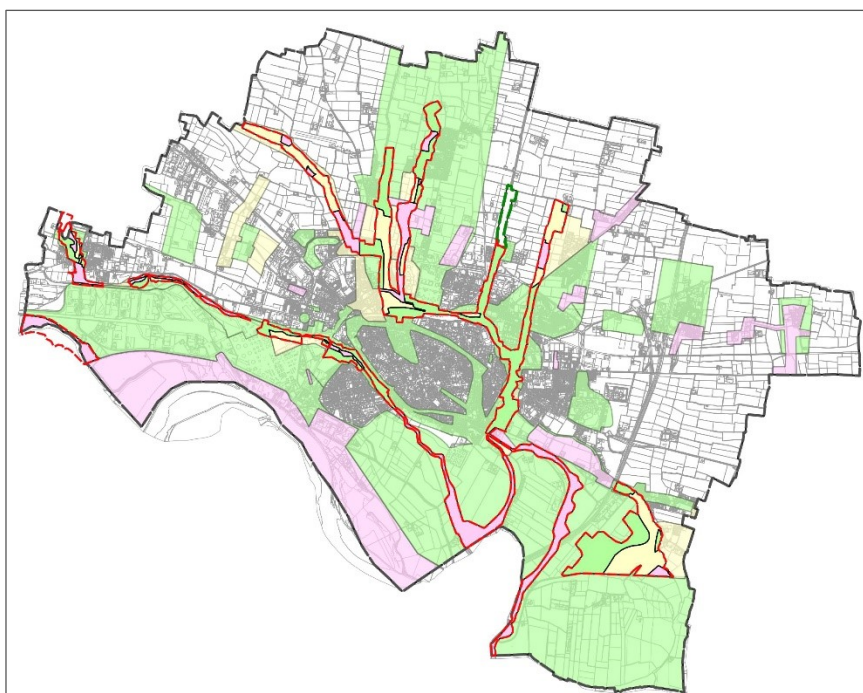


Fig.8.7

Attuale stima della pericolosità idraulica del territorio di Cremona (2023) sec. All.4 dgr 2616/2011

Verde H1-H2  
Giallo H3  
Viola H4

Le ampie zone di pericolosità omogenea H1-H2, connesse al reticolo secondario di pianura, vengono poi raccolte in due gruppi in relazione alla stima del loro attuale livello di pericolosità idraulica:

- 1 Aree classificate come P2/M secondo il PGRA, a pericolosità H1-H2, a rischio R1-R2 secondo All.4 e R2 secondo PGRA,
- 1 aree classificate come P2/M o P3/H secondo il PGRA; con pericolosità H3 e H4 a rischio R1 o R4 sec. All4 e R3 sec. PGRA.

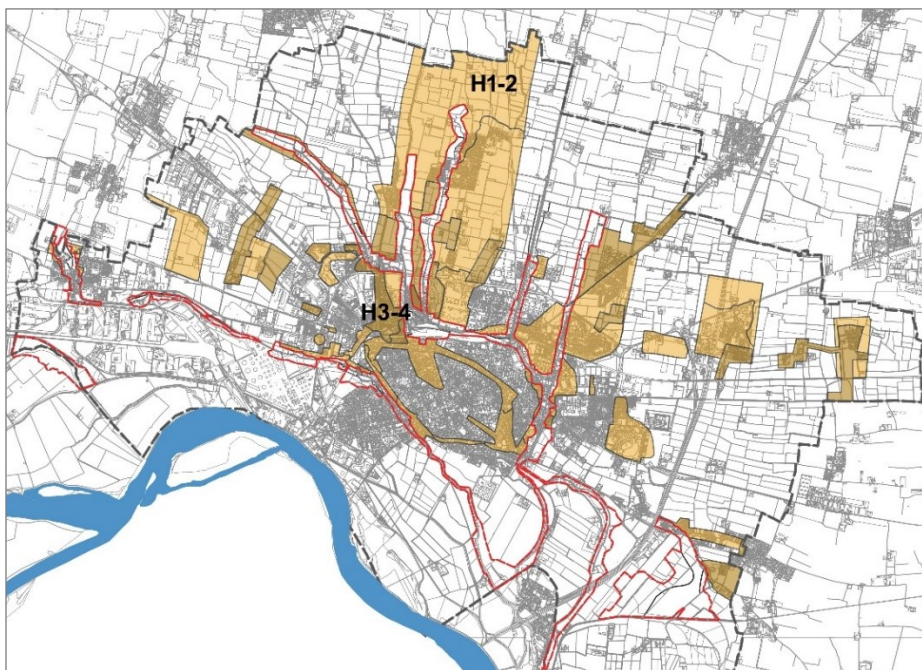


Fig.8.8

Aree allagabili a diversa pericolosità. in ambiente RSP, escluse Zone I

Diverso il caso delle Zone I ad Elevato rischio Idrogeologico interne al Centro Edificato, per le quali sono state ridefinite le condizioni di pericolosità e rischio sulla base dell'All.4 della d.g.r.2616/2011 e si tiene conto delle specifiche prescrizioni dell'art.51 delle norme PAI.

## 8.5 Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

Sono comprese in questa tipologia sia aree con materiali naturali, o presunti tali, sia aree a substrati prevalentemente artificiali, di origine antropica.

### Substrati con caratteri geotecnici scadenti

Premesso che è quasi ovunque elevata la variabilità della natura granulometrica e dei caratteri geotecnici dei terreni del sottosuolo, sia su superfici della pianura, sia in Valle Po, vengono segnalate in particolare le aree che presentano substrati con presenza significativa di orizzonti organici e materiali coesivi.

### Aree con riempimenti o riporti di terreno di natura e caratteri litotecnici non noti

Vengono indicate soprattutto le aree esterne al centro storico, dove attività antropiche hanno apportato modifiche anche consistenti all'originaria topografia, soprattutto attraverso

trasferimenti, riporti e accumuli di materiale anche per operazioni di colmata. Sono anche segnalate le aree interessate da discariche di RSU, inerti o materiale di lavorazione stoccato in aree produttive.

#### Aree di grande trasformazione del centro storico e delle zone industriali

Vengono complessivamente individuate le aree che sono state senz'altro oggetto di consistenti trasformazioni del suolo-sottosuolo.

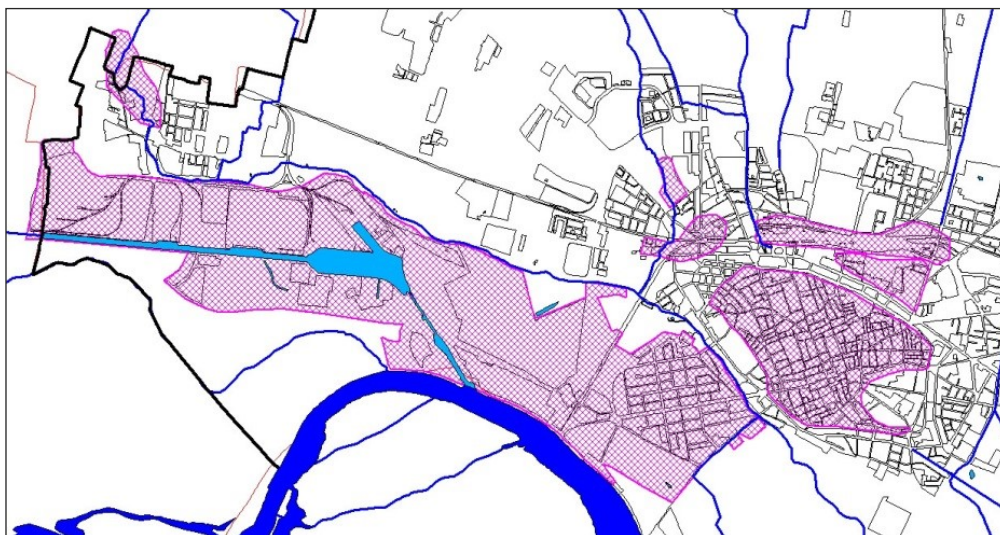


Fig. 8.9

Aree di grande trasformazione

Si tratta delle zone della città storica sottoposte a sostanziali fenomeni aggradativi e delle aree industriali e residenziali in valle Po in cui il suolo è stato, ed è tuttora, oggetto dei maggiori interventi di asportazione/copertura, nonché di alterazione/inquinamento

La loro individuazione è necessariamente approssimativa e certamente non esaustiva delle situazioni significative. La generica pericolosità geologica che ne deriva non è applicata con precisione geometrica alle aree qui segnalate, ma è utilizzata allo scopo di integrare la lista delle pericolosità/vulnerabilità di aree già interessate da altre tipologie di fenomeni.

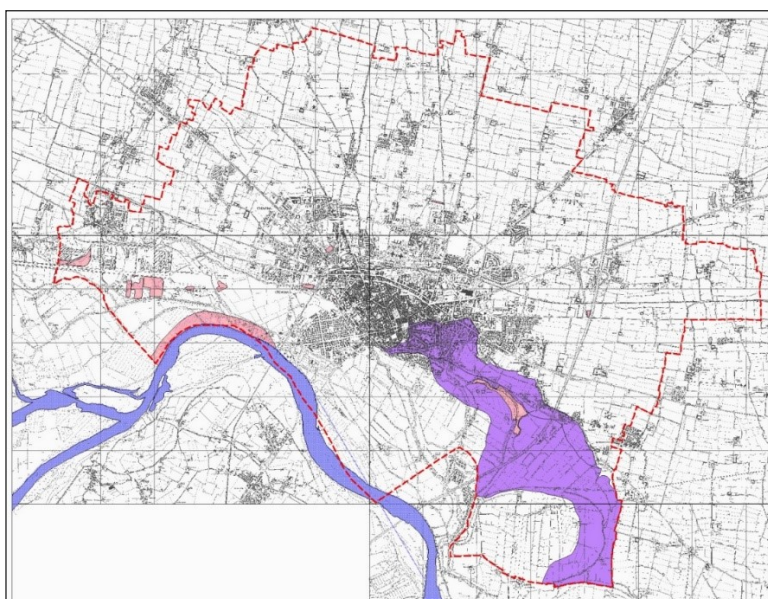
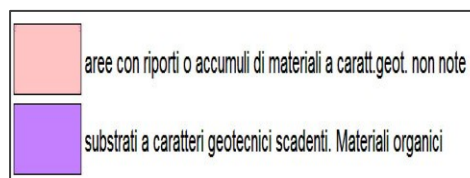


Fig. 8.10



## 8.6 Aree a bassa permeabilità superficiale

Lo Studio comunale di Gestione del Rischio Idraulico (ScGRI), predisposto ai sensi del R.R.7/2017 (Studio Telò May Fly 2023), al Punto 6 della Relazione tecnica, tratta della *“Individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte all’infiltrazione delle acque pluviali nel suolo”*.

Vengono evidenziati i due fattori principali limitanti l’infiltrazione: la granulometria dei materiali geologici e la profondità della falda idrica (soggiacenza).

Riguardo al primo tema, si utilizza l’interpretazione regionale derivata dalla banca dati dei “substrati pedologici” che si serve di informazioni puntuali di modesta profondità (1-2 m); profondità di norma by-passate anche dalle ordinarie strutture dedicate alla dispersione nel suolo/sottosuolo delle acque meteoriche. Come descritto al Cap.1, par. 1.1.1 (fig.1.8), la natura granulometrica dei sedimenti è variabile, tendenzialmente limo-sabbiosa, con materiali argillosi e ghiaiosi intercalati, oltre a materiali organici, soprattutto nella Valle Po. Nella figura successiva sono rappresentate le aree a prevalente granulometria limosa secondo la citata interpretazione, come riprese nello SCGRI; ed anche le aree con suoli idromorfi, indicatori di difficoltà di drenaggio. Notare che nella interpretazione derivata dai dati pedologici vengono escluse le aree urbanizzate ed anche tutte le aree industriali e trasformate che hanno poi materiali geologici non molto diversi dalle altre e nelle quali sarebbe utile incrementare l’infiltrazione superficiale.

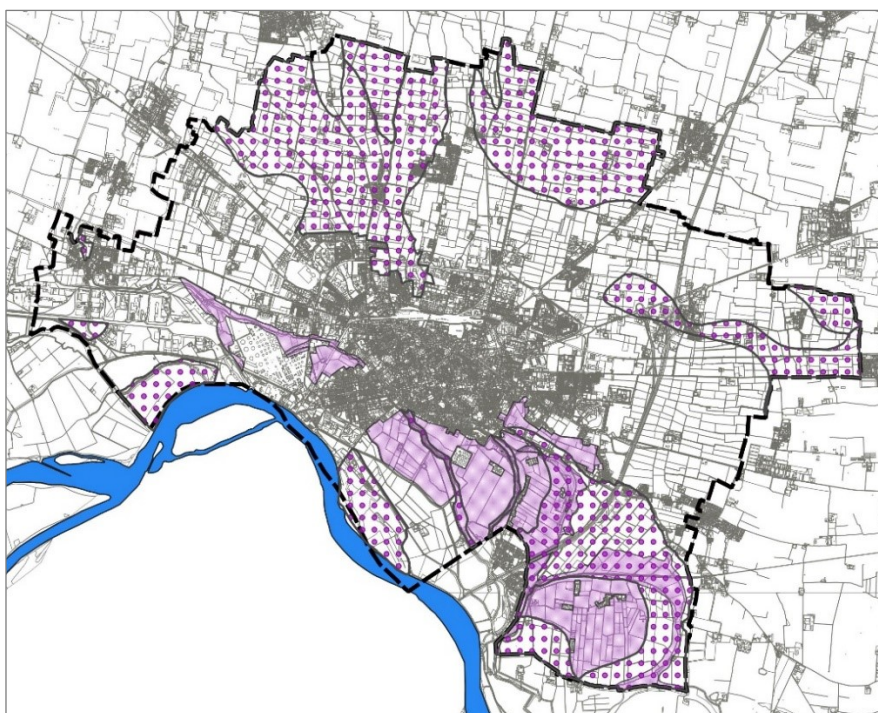


Fig. 8.11

Aree a prevalenza di granulometrie limose (retino viola; in ScGRI) ed aree con suoli idromorfi (puntinato)

Le difficoltà di drenaggio dei suoli sono connesse anche e soprattutto alla scarsa profondità della falda freatica (figg.3.52 e 3.53 nel Cap.3) e naturalmente alla natura dei sedimenti. Nello ScGRI si segnala il problema della modesta soggiacenza di falda indicandola come ubiquitariamente estesa a tutto il territorio. Per questo lo studio di gestione del rischio, oltre ad indicare le aree della porzione est della valle come “non adatte o poco adatte alla infiltrazione di acque pluviali”, richiede che la scelta di installare sistemi di dispersione nel suolo/sottosuolo, pur non vietata o

esclusa, sia valutata caso per caso con apposite indagini idrogeologiche. Non è chiaro se si riferisca alle sole presunte aree a suoli limosi o anche al rimanente territorio, tutto con falda superficiale (Tav.07 ScGRI), ma certamente tutto il comune di Cremona presenta caratteristiche sfavorevoli alla infiltrazione e oggettive difficoltà a rendere efficienti impianti a ciò dedicati, come del resto noto in vari casi concreti.

Considerato quanto sopra, si può confermare per l'intero territorio comunale la caratteristica negativa (pericolosità) della scarsa infiltrabilità superficiale. Le aree meno interessate da questa limitazione sono individuabili solo nelle fasce di margine della pianura con soggiacenze oltre 7 m circa da piano campagna, come rappresentate nella Tav.3 Idrogeologia, con la esclusione comunque delle aree di valle nelle quali la soggiacenza varia sensibilmente in relazione alle quote idrometriche del Po.

Di fatto, ovunque rimane la necessità di procedere sempre a verifiche locali e puntuali sulla natura del suolo/sottosuolo e sulla profondità di falda; queste ultime protratte per intervalli di tempo sufficienti al controllo almeno delle oscillazioni stagionali.

## **9 Fattibilità geologica delle azioni di Piano**

### **Premessa ai capitoli 9 e 10**

L'elaborazione del tematismo relativo alla fattibilità geologica è questione complessa sia nei contenuti, sia nella costruzione e rappresentazione cartografica.

Nella attuale versione della Carta di Fattibilità (Tav.9) si sono conservate gran parte delle geometrie della carta previgente, proporzionalmente al numero non elevato di situazioni sottoposte a modifiche di almeno uno dei fattori della pericolosità/vulnerabilità geologica.

Le modifiche derivano, evidentemente, da aggiornamenti di tutti i temi di analisi, seppure a volte limitatamente a pochi elementi, con ricadute anche sugli altri prodotti della sezione di "Valutazione e proposta", cioè le Carte di Sintesi, Vincoli e PAI-PGRA. Questo aggiornamento di merito sembra inevitabile quando siano trascorsi anche pochi anni dalla versione precedente dello studio geologico per il PGT e non si dovrebbe accettare uno studio per una variante generale privo di nuovi prodotti (testi e carte) di analisi.

In questo caso, a causa della introduzione di nuovi parametri di valutazione, in particolare la pericolosità idraulica stimata secondo i criteri dell'All.4 alla DGR 2616/2011, il numero e la sequenza delle sottoclassi di fattibilità geologica sono variati rispetto alla previgente edizione della classificazione. Questa è strutturata cercando di assegnare a categorie diverse di fattibilità le aree della Pianura e quelle della Valle e introducendo in entrambi i casi 2 sottoclassi rappresentative delle diverse pericolosità idrauliche.

Le Norme di Fattibilità Geologica, altrimenti "Norme geologiche di Piano" sono illustrate al Capitolo 10 e in apposito allegato (Allegato A) contenente il testo delle norme, senza figure e con struttura ad articoli.

## 9.1 La costruzione della carta di fattibilità geologica

La Carta di Fattibilità Geologica ed. 2023, utilizza la gran parte delle definizioni e classificazioni di fattibilità introdotte con la Carta redatta per il previgente PGT 2018 e ne aggiorna i contenuti e le geometrie soprattutto per alcune tematiche.

I dati di novità riguardano proprio la pericolosità geologica di maggiore impatto sul territorio, cioè quella connessa con le situazioni di pericolosità idraulica originata da esondazioni e allagamenti superficiali. Queste situazioni, in particolare quelle dovute al reticolo minore di pianura, sono state oggetto di vari rilievi, ma mai di una analisi organica quale quella richiesta attualmente dal Regolamento Regionale 7/2017 sull'invarianza idraulica. Una serie di adeguamenti al PGRA, secondo le indicazioni e le prescrizioni della delibera regionale di applicazione della variante di adeguamento del PAI nel settore urbanistico (d.g.r. 6738/2017) sono già stati introdotti con le previgenti versioni dello studio geologico e della fattibilità geologica, unitamente ad una nuova revisione delle pericolosità idrauliche all'interno delle Zone I del PAI (aree a Rischio idrogeologico Molto Elevato – RME). Ora, a seguito del collaudo delle opere di efficientamento dello scolmatore Quistra a nord di Cremona e della conseguente riduzione delle pericolosità idrauliche lungo i corsi d'acqua provenienti dal quadrante nord su Cremona (Studio idraulico del territorio comunale per il rispetto della normativa sulla invarianza idraulica e idrologica – Studio Telò 2023) si determinano significativi elementi di novità nel disegno della fattibilità geologica.

Oltre a questo, la sequenza delle categorie utilizzate per la classificazione di fattibilità viene razionalizzata e resa più comprensibile, introducendo anche la segnalazione relativa all'ambito geografico di esclusiva o prevalente occorrenza di classi e sottoclassi.

In funzione degli elementi di pericolosità e vulnerabilità riconosciuti nella fase di analisi, aggiornati, nei casi citati, alla situazione attuale, il territorio di Cremona è stato attribuito, secondo i criteri definiti nella d.g.r. 9/2616 del 30/11/2011, alle classi di fattibilità geologica proposte dalla normativa. I predetti criteri sono stati inoltre integrati con le indicazioni fornite dal PTCP, nella sua "Variante di adeguamento parziale" del 2013, in materia di tutela del paesaggio per i soli elementi aventi ricadute di carattere geologico (geositi, aree umide e falda affiorante).

La presenza contemporanea sull'intero territorio comunale di più elementi di pericolosità ha reso necessaria la suddivisione delle classi di fattibilità geologica in un certo numero di sottoclassi, definite e descritte dall'elemento/i di maggior peso nella vulnerabilità locale; le sottoclassi sono a loro volta specificate in ulteriori ripartizioni, definite in base alla presenza di altri elementi di pericolosità, diversi e secondari rispetto a quelli che determinano la sottoclasse.

Ad ogni elemento di pericolosità/vulnerabilità individuato, elencato in "Sintesi degli elementi di vulnerabilità e pericolosità geologica" (Capitolo 8) è stata assegnata una classe di pericolosità, partendo dalle indicazioni fornite dalla d.g.r. IX/2616/2011. Tali indicazioni sono state completate e integrate con considerazioni derivanti dal rilevamento di dettaglio del territorio e dall'osservazione dei fenomeni in esso presenti, nonché da considerazioni sulla realtà territoriale emergenti dalla fase di analisi. Il processo, che ha determinato anche pochi motivati scostamenti rispetto alle indicazioni regionali della d.g.r. 2616, è esplicitato nella tabella seguente.

Fattori	Classe ingresso (dgr. 9/2616-2011)	Classe assegnata	Commento
Fascia A del PAI e di pericolosità H del PGRA	4	4	
Fascia B del PAI e di pericolosità M del PGRA	3	3	
Aree della pianura soggette a esondazioni o allagamenti periodici dovuti a insufficienze del reticolo idrico della bonifica	3	3	Aree allagabili o allagate durante eventi pluviometrici intensi, escluse Zone I PAI, con pericolosità idraulica media o moderata H1-H2
Aree della pianura soggette a esondazioni o allagamenti periodici dovuti a insufficienze del reticolo idrico della bonifica	3	3	Aree allagabili o allagate durante eventi pluviometrici intensi, escluse Zone I, a pericolosità elevata o molto elevata H3-H4
Aree della Valle Po, in fascia C PAI e scenari L ed M del PGRA, protette dal sistema arginale, soggette a esondazioni o allagamenti con scenari di “bassa pericolosità” da RP e “media pericolosità” da RSP	-	3	Aree allagabili in fascia C PAI, con pericolosità idrauliche H1-H2 da RP e RSP e pericolosità H3-H4 da RSP (All.4 d.g.r. 2616/2011). In attesa delle nuove valutazioni sulle aree allagabili complessive in contesti arginati.
Aree a Rischio idrogeologico Molto Elevato – aree 267: Zone I PAI Aree esterne agli ambiti edificati e relative pertinenze, con pericolosità da H1-2 ad H4 e rischio R1	4	4	In fattibilità 4 in base alle indicazioni dell’art.51 delle NdA PAI e della d.g.r. 2616/2011.
Zone I interne agli ambiti edificati a pericolosità idraulica H3-H4 e rischio R4 (d.g.r. 2616/2011)	4	4	Comprende le aree a pericolosità elevata e molto elevata in contesti edificati/urbanizzati
Zone I interne agli ambiti edificati a pericolosità idraulica “media o moderata” H1-H2 (d.g.r.2616/2011)	-	3	Si tratta di aree comunque vulnerabili dal punto di vista idraulico, con limitazioni all’utilizzo a scopi edificatori
Falda idrica entro 3 m dalla superficie del suolo (soggiacenza <3 m da p.c.)	3	3	I valori limite sono necessariamente indicativi e forniscono un criterio di valutazione di una grandezza variabile nel tempo
Soggiacenza falda idrica tra 3 e 5 m da p.c.	3	2	La presenza di falda prossima al piano campagna è una costante dell’intero territorio comunale. Si differenziano le aree dove la falda presenta minori interferenze con le eventuali strutture in progetto o esistenti

Substrati geologici con caratteri geotecnici scadenti per la presenza probabile di fini e materiale organico. Presenza possibile pressoché ovunque	3	3	Sono individuate le aree per le quali si hanno informazioni riguardo alla maggiore presenza di materiale di scadenti caratteristiche geotecniche entro 5 – 10 m dalla superficie.
Presenza di riempimenti o riporti di natura e caratteri litotecnici non noti	3	3	Si tratta delle aree di discarica o accumulo o colmata localizzate prevalentemente in aree della valle del Po
Aree urbane di grande trasformazione con scavi e riporti di spessore plurimetrico e natura imprecisata	-	2	Si considera la pericolosità potenziale connessa all'insieme delle aree del centro storico caratterizzate da consistente aggradazione e di quelle produttive di più antico insediamento e profonda alterazione del suolo
Scarpate morfologiche principali per altezza e pendenza	3 o 4	4	Le scarpate di altezza superiore a 4 m e pendenza maggiore del 30% sono ritenute sede di potenziale instabilità, oltre che, in genere, elementi di forte significato geomorfologico
Aree estrattive dismesse non recuperate, con fascia di rispetto	3	3	Cave inattive, anche con laghi, non rinaturalizzate
Zone umide, aree con emergenza della falda	4	4	Segnala aree con acqua e le aree umide come siti di emergenza della falda e di vulnerabilità idrogeologica

Tab. 9.1 Assegnazione della classe di fattibilità geologica

Per la definizione delle 4 classi di Fattibilità Geologica si veda il seguente testo illustrativo, tratto dalla d.g.r. IX/2616 – 2011:



**Classe 1 (bianca)** – Fattibilità senza particolari limitazioni La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le costruzioni, di cui alla normativa nazionale.



**Classe 2 (gialla)** – Fattibilità con modeste limitazioni La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico – costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati, nelle norme geologiche di piano, gli approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori.



**Classe 3 (arancione)** – Fattibilità con consistenti limitazioni La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per

le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. Il professionista, nelle norme geologiche di piano, deve, in alternativa:

- se dispone fin da subito di elementi sufficienti, definire puntualmente per le eventuali previsioni urbanistiche le opere di mitigazione del rischio da realizzare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori, in funzione della tipologia del fenomeno che ha generato la pericolosità/vulnerabilità del comparto;
- se non dispone di elementi sufficienti, definire puntualmente i supplementi di indagine relativi alle problematiche da approfondire, la scala e l'ambito di territoriale di riferimento (puntuale, quali caduta massi, o relativo ad ambiti più estesi coinvolti dal medesimo fenomeno quali ad es. conoidi, interi corsi d'acqua ecc.) e la finalità degli stessi al fine di accertare la compatibilità tecnico – economica degli interventi con le situazioni di dissesto in atto o potenziale e individuare di conseguenza le prescrizioni di dettaglio per poter procedere o meno all'edificazione.



**Classe 4 (rossa)** – Fattibilità con gravi limitazioni L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrato, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/2005, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Il professionista deve fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non è strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di emergenza; deve inoltre essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

I poligoni della carta di Fattibilità geologica sono stati definiti a partire dagli strati vettoriali predisposti per la cartografia analitica; tali strati sono stati incrociati e tagliati l'uno sull'altro mantenendo nei poligoni generati l'indicazione del fattore di pericolosità/vulnerabilità originario. È stato così ottenuto uno strato poligonale nel quale ogni elemento areale contiene il riferimento ai diversi fattori di pericolosità in esso riscontrati.

L'interazione tra i fattori di rischio riportati in tabella 9.1, ha portato alla suddivisione del territorio in "classi di fattibilità geologica", determinate dal valore della classe più restrittiva tra tutte quelle assegnate ai fattori di pericolosità compresenti nella stessa area. Il fattore che determina l'attribuzione ad una determinata classe di rischio è descritto dalla Sottoclasse, individuata da un numero successivo a quello identificativo della classe (per esempio, tra tutte le aree che ricadono in

classe 3, quelle individuate come 3.1 individuano le aree esondabili o allagabili per insufficiente capacità di drenaggio del sistema idrico locale, limitatamente all'ambito della pianura (RSP).

Dove necessario, alcune sottoclassi sono state ulteriormente specificate attraverso una o più lettere suffisse che indicano la presenza di ulteriori fattori di pericolosità/vulnerabilità territoriale, diversi da quello caratterizzante la sottoclasse.

Le specifiche individuate sono le seguenti:

<b>a</b>	presenza di falda freatica tra 3 e 5 m dalla superficie
<b>b</b>	presenza di falda entro 3 m dalla superficie (dove non è possibile distinguere o la suddivisione risulta troppo spinta, il suffisso b ingloba anche aree con falda tra 3 e 5 m)
<b>c</b>	substrati a caratteri geotecnici scadenti
<b>d</b>	riempimenti o riporti di natura o caratteri litotecnici non noti; probabile presenza di materiale organico
<b>e</b>	aree a tergo del sistema arginale del Po, in gran parte ricedenti in fascia C del PAI e/o L del PGRA, potenzialmente allagabili in caso di eventi eccezionali
<b>f</b>	presenza di zona umida
<b>g</b>	aree periodicamente allagabili (si riferisce alle sole "aree umide")
<b>h</b>	scarpate di $H > 4$ m e pendenza $> 30$ %
<b>i</b>	aree urbane con scavi e riporti di spessore plurimetrico e natura imprecisata
<b>l</b>	cava cessata con acqua, dotata di fascia di rispetto

Ad ogni specifica corrispondono approfondimenti di indagine geologica per i quali si rimanda alle rispettive sottoclassi di fattibilità. Generalmente i limiti dei poligoni di fattibilità geologica corrispondono ai limiti di quelli individuati in fase di analisi, caratterizzanti cioè uno o più degli strati tematici elaborati per il riconoscimento delle singole pericolosità/vulnerabilità, con le eccezioni indicate di seguito.

In presenza di fattori di vulnerabilità/pericolosità geologica aventi limiti di incerta o non netta definizione (come ad esempio la soggiacenza della falda freatica) o relativamente meno affidabili (esempio "presenza di substrati geologici con componente organica"), non coincidenti, ma prossimi a limiti di maggiore affidabilità, si è optato per l'adeguamento del limite stesso della fattibilità al contorno dei poligoni di più sicura definizione. Un esempio di limiti certi è rappresentato da quelli relativi al rischio idrogeologico, che sono definiti dall'autorità regionale competente e non sono autonomamente modificabili.

Questo tipo di scelte ha permesso di contenere la casistica tipologica della fattibilità, dovuta alla sovrapposizione e incrocio “meccanici” tra i poligoni rappresentativi di rischi differenti, spesso costruiti, all’origine con insufficiente adattamento alla realtà geologico – morfologica del territorio.

È stato utilizzato lo stesso criterio anche per la definizione delle aree di fondovalle del Po esondabili per sormonto arginale o per rottura degli argini difensivi. Queste aree sono generalmente incluse nel limite di fascia C del PAI, ed ora nella area a pericolosità idraulica L del PGRA, ma tale limite non sempre coincide con limiti topografici reali, ed è tracciato con poca precisione. L’inserimento di questo elemento di pericolosità territoriale, che comporta un rischio relativamente basso per la scarsa probabilità di accadimento dell’evento generante, avrebbe comportato, se inserito con precisione nella cartografia, una ulteriore pesante suddivisione dei poligoni di fattibilità geologica. La presenza di tale elemento di vulnerabilità è stata pertanto attribuita, dove non genera sottoclassi specifiche, agli interi poligoni già costruiti, anche se in alcuni vengono comprese anche porzioni di territorio esterne alla valle del Po o porzioni non già incluse nella Fascia C o nella classe L di pericolosità. La stessa procedura è stata adottata per rappresentare la ampia distribuzione di un fattore di pericolosità potenziale dovuto alle grandi trasformazioni urbane, del centro storico e delle aree produttive.

Le fasce fluviali PAI, ora integrate dalle aree a diversa pericolosità del PGRA, che delle prime acquisiscono le norme di salvaguardia, tracciate dall’organismo competente (Autorità di Bacino Distrettuale del Po) e recepite dalla Regione, salve le modifiche minori ammesse, da parte dei Comuni, sono gli unici strumenti attualmente chiaramente rappresentativi sia di una specifica pericolosità geologico-idraulica, sia di un vincolo ambientale correlato. Per questo sono riprodotte nelle Carte dei Vincoli, di Sintesi e della Fattibilità geologica.

I limiti delle Fasce fluviali A e B sono stati adattati ai luoghi, facendole coincidere, nei casi di evidente identità di valutazione, con i limiti degli Scenari PGRA e a percorrere il bordo degli argini principali, dove invece se ne discostavano senza motivo. Il limite della Fascia C attende ancora di essere decisamente aggiornato, correggendo le evidenti imprecisioni.

Diversamente dai limiti di pericolosità idraulica, ai vincoli esistenti a carico degli orli di scarpata, con funzione prevalentemente paesaggistica, delle aree umide, con ruolo anche naturalistico, e a quelli coincidenti con le fasce di rispetto del reticolo idrico, principale e minore (fasce di Polizia idraulica), non viene qui attribuito un evidente carattere di pericolosità geologica e dunque una evidenza nella Carta di Fattibilità geologica, come del resto previsto dalla normativa regionale..

Una ulteriore specifica considerazione va posta riguardo alla geometria dei poligoni di fattibilità geologica relativi alle Aree a rischio idrogeologico molto elevato o Zone I. I poligoni di questo elemento di pericolosità geologica sono forniti dalla Regione Lombardia e fanno riferimento a precise indicazioni normative. Non sono modificabili se non in seguito ad approfondimenti specifici effettuati ai sensi di direttive tecniche regionali, alle quali si fa riferimento nella descrizione dei vincoli di carattere geologico della Fattibilità e riprese nella normativa specifica per la sottoclasse di fattibilità geologica.

Nel caso di Cremona, i poligoni delle Aree a rischio idrogeologico molto elevato, che nella loro versione regionale originale interessavano alcune porzioni di territorio evidentemente non allagabili e si estendevano oltre i limiti arginali del Morbasco e di altri corsi d'acqua, sono state corrette a più riprese. Le principali modificazioni dei contorni e delle aree occupate sono comunque state subordinate, come previsto dalla norma regionale, alla esecuzione di studi idraulici e alla realizzazione di opere di mitigazione dei rischi. L'ultimo di tali aggiornamenti è seguito al recentissimo collaudo delle opere di potenziamento dello Scolmatore Quistra, già attivo nella funzione di intercettazione delle acque di piena del Naviglio Civico e del Fregalino e dirottamento delle stesse in Oglio, con conseguente ulteriore riduzione del rischio sulla parte nord di Cremona. Le conseguenti modifiche della pericolosità idraulica sono state inserite nello Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico (r.r.7/2017) e sottoposte alla approvazione regionale.

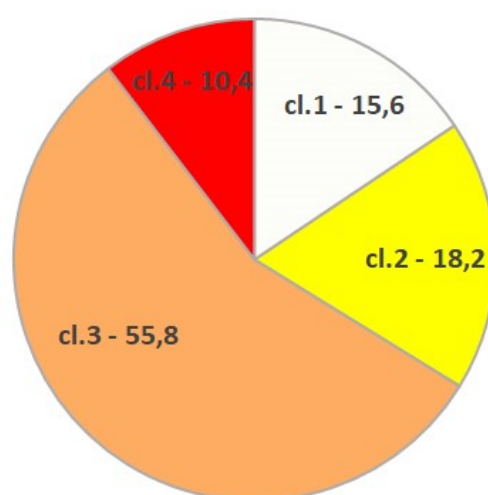
Per ogni sottoclasse di fattibilità geologica viene infine fornita l' "indicazione in merito alle indagini di approfondimento da effettuarsi prima degli eventuali interventi urbanistici ed alla loro estensione, con specifico riferimento alla tipologia del fenomeno che ha determinato l'assegnazione della classe di fattibilità, alle opere di mitigazione del rischio da realizzarsi e alle prescrizioni per le tipologie costruttive riferite agli ambiti di pericolosità omogenea" (d.g.r. IX/2616/2011).

Le indicazioni, da intendersi come Norme Tecniche Geologiche (NTG), sono parte integrante della Normativa di PGT e sono da ritenere prevalenti, in caso di incertezze e contraddizioni, su altre norme del PGT relative al regime dei suoli e alla loro trasformabilità.

## 9.2 Categorie della classificazione di fattibilità geologica

La tabella seguente sintetizza la ripartizione del territorio nelle quattro classi di fattibilità geologica previste dalla normativa:

CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA	AREA KM <sup>2</sup>	% TERRITORIO INTERESSATO
<b>1</b>	11,0	15,6
<b>2</b>	12,8	18,2
<b>3</b>	39,4	55,8
<b>4</b>	7,3	10,4
<b>TOTALE</b>	<b>70,5</b>	<b>100,0</b>

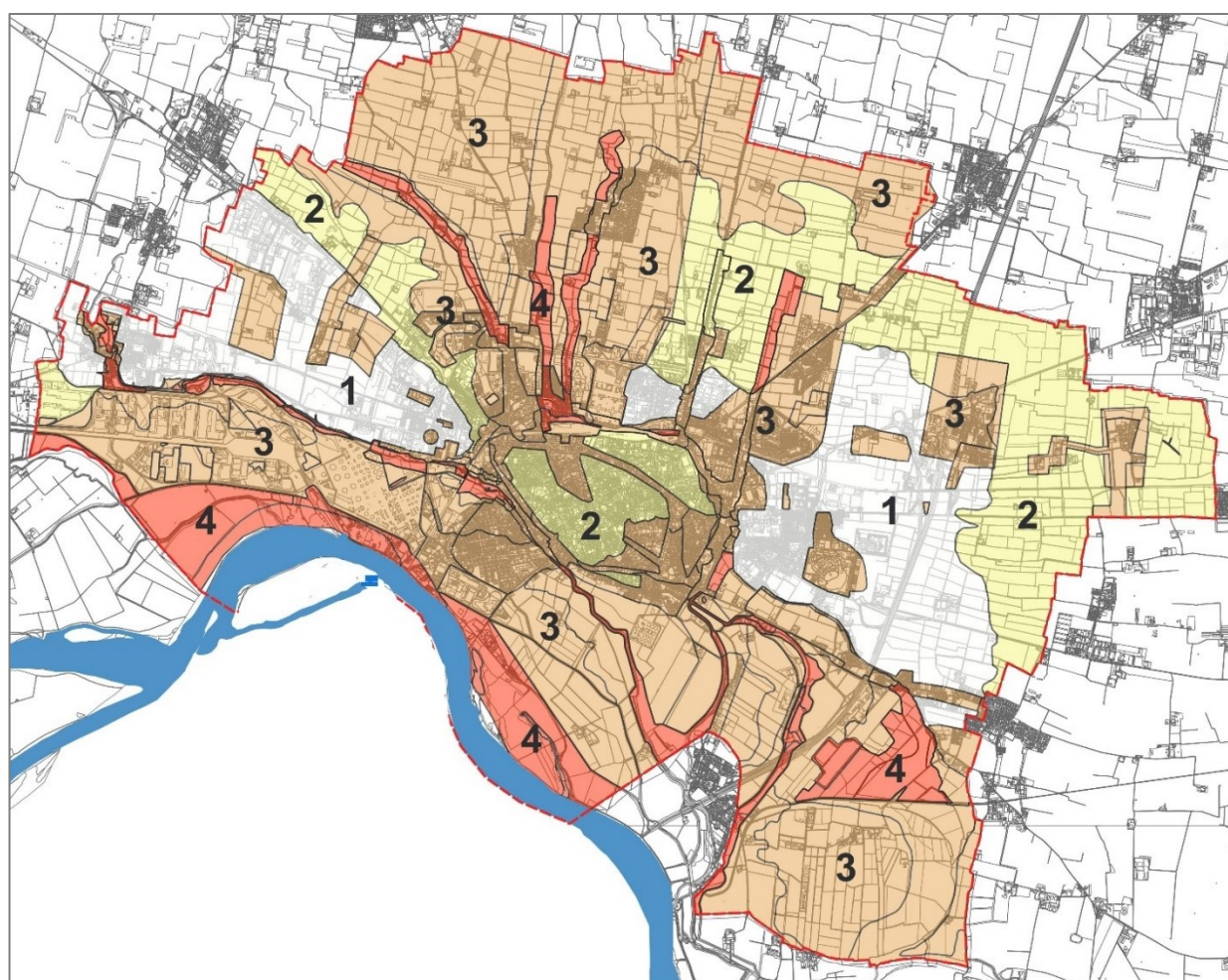


Tab.9.3 e Fig. 9.1 Ripartizione delle superfici del territorio di Cremona per classe di fattibilità geologica

La classe di fattibilità geologica più rappresentata è la 3 (55,8 % circa del territorio comunale, pari a oltre 39 km<sup>2</sup>). La superficie occupata dalla classe 2 vale circa 18 % del totale, con 12,8 km<sup>2</sup>. Le altre classi, 1 e 4, presentano diffusioni del 10 e 16 %, pari a 17 km<sup>2</sup> totali.

La figura successiva rappresenta la distribuzione delle classi di fattibilità geologica sul territorio comunale, mentre la tabella descrive i caratteri delle sottoclassi di fattibilità e la loro incidenza sul territorio in valori assoluti e percentuali. Si consideri che i dati si riferiscono alla superficie delle sottoclassi quando il fattore di pericolosità indicato è determinante, ma non rappresentano l'estensione complessiva delle aree interessate da quel tipo specifico di limitazione. Ad esempio, la sottoclasse 3.6, estesa 6,35 km<sup>2</sup> rappresenta le aree dove il problema del rischio residuo da rottura arginale in valle Po è determinante nella definizione di sottoclasse, ma il rischio in questione è, in realtà presente su tutta l'estensione della valle, per 23,64 km<sup>2</sup>.

Naturalmente la somma delle aree complessivamente interessate da tutti i tipi di limitazioni produce un risultato di più volte superiore alla superficie territoriale di Cremona. I valori della estensione reale di ogni fattore di pericolosità sono indicati nella descrizione delle sottoclassi di fattibilità geologica e, in parte, nel paragrafo precedente "La sintesi degli elementi di vulnerabilità/pericolosità".

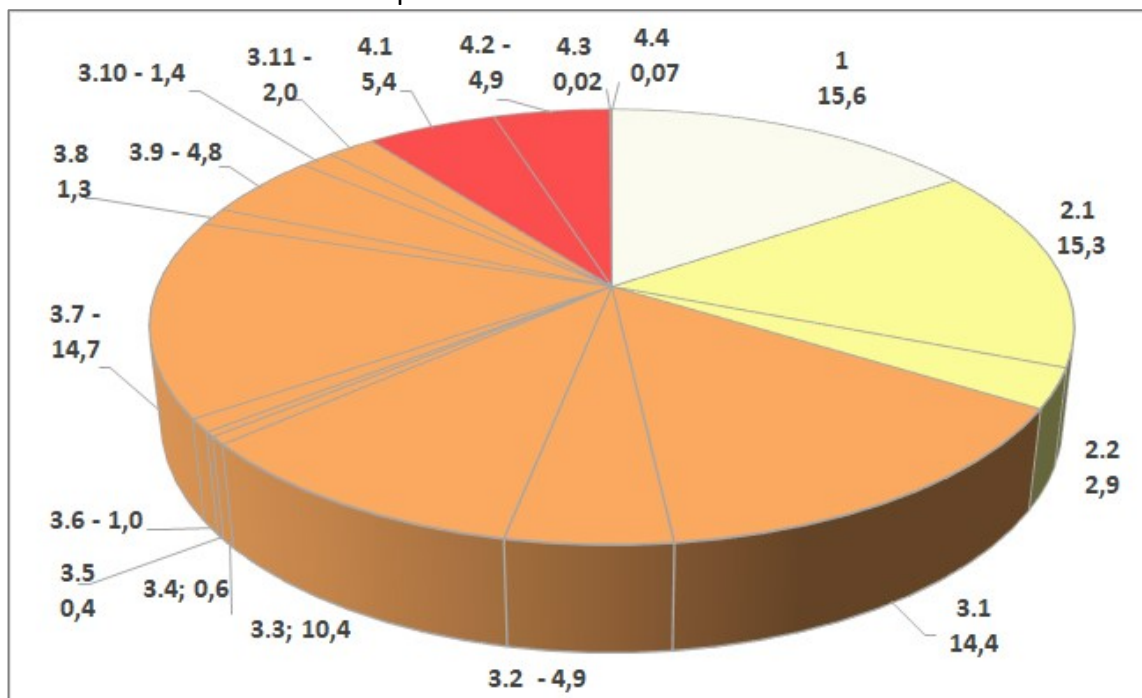


- CLASSE 1: SENZA LIMITAZIONI
- CLASSE 2: MODESTE LIMITAZIONI
- CLASSE 3: CONSISTENTI LIMITAZIONI
- CLASSE 4: GRAVI LIMITAZIONI

Fig. 9.2  
Rappresentazione schematica delle classi di fattibilità geologica

CLASSE	SOTTOCLASSE	FATTORE LIMITANTE	HA	%
1			1102	15,6
2	1	falda tra 3 e 5/7 m da p.c.	1077	15,3
2	2	forte trasformazione storica dei terreni	207	2,9
3	1	aree allagabili a pericolosità H1-2 e fattori concomitanti	1016	14,4
3	2	aree allagabili a pericolosità H3-H4	346	4,9
3	3	falda idrica poco profonda (<3 m)	735	10,4
3	4	caratteri geotecnici scadenti; terreni fini e/o organici	42	0,6
3	5	riempimenti e riporti a caratteri non noti; falda < 5 m	25	0,4
3	6	aree di valle fuori Fascia C PAI, allagabili solo per eventi eccezionali	68	1,0
3	7	aree in Fascia C del PAI a pericolosità idraulica H1-2	1034	14,7
3	8	aree in Fascia C del PAI a pericolosità idraulica H3 - H4	94	1,3
3	9	caratteri geotecnici scadenti con probabili sedimenti fini e organici	339	4,8
3	10	Fascia B del PAI co aree pericolosità M (reticolo principale PGRA)	98	1,4
3	11	Zone I PAI a pericolosità H1-H2, interne al perimetro del TUC	141	2,0
4	1	Zone I PAI esterne al TUC o interne ad esso e a pericolosità H3-H4	384	5,4
4	2	Fascia A del PAI e Scenario H su Reticolo Principale con pericolosità H4	343	4,9
4	3	aree umide/idriche (ristagno idrico, bodri, aree valenza naturalistica)	1	0,02
4	4	morfoscarpate con dislivelli superiori a 4 m e pendenza > 30%	5	0,07

Tab. 9.4 Distribuzione areale (ettari) e in percento di territorio occupato delle sottoclassi di fattibilità geologica. I corrispondenti valori in Ha (tabella) rappresentano la superficie occupata dalle sottoclassi in cui la limitazione è il fattore determinante, ma non l'estensione complessiva delle aree in cui tale limitazione è presente



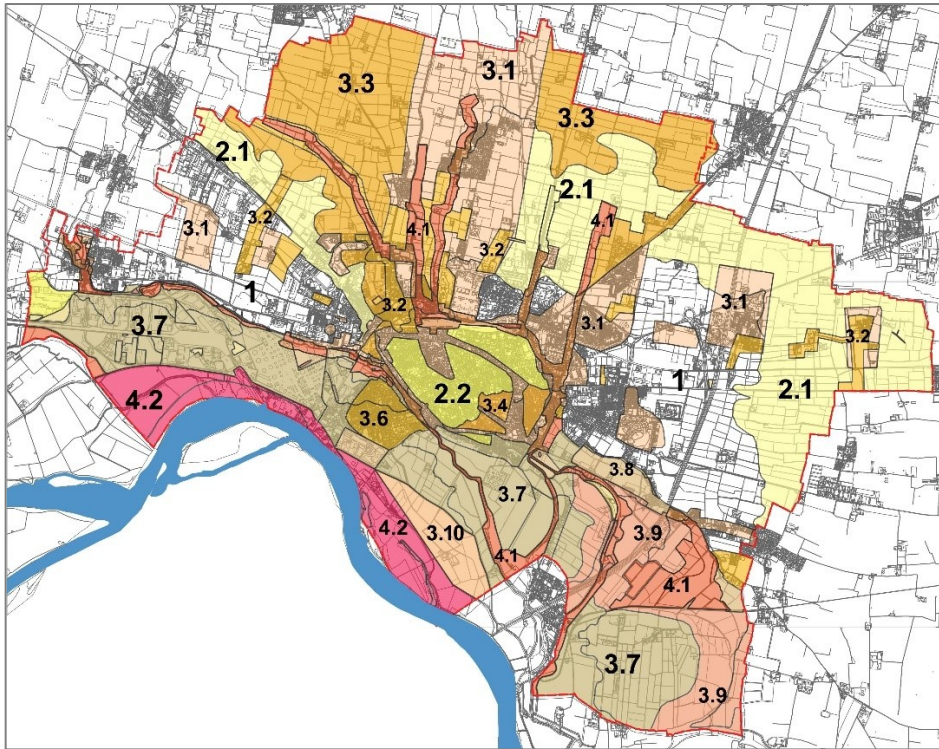


Fig.9.4

Rappresentazione semplificata delle Sottoclassi di Fattibilità geologica

Situazioni di particolare complicazione, per la compresenza di più fattori di pericolosità e per il forte dettaglio degli strati informativi utilizzati, si determinano soprattutto nelle aree di transizione (es. margini dei terrazzi e delle valli) e dove il territorio è interessato dalle aree definite “a rischio idraulico molto elevato” (Zone I).

L’esempio della figura seguente riguarda la valle del Morbasco a Cavatigozzi e ad est di questo abitato. La zona di margine del terrazzo della pianura e la valle del Morbasco, al suo piede, sono contemporaneamente interessate dalle Zone I PAI, da elementi di pericolosità connessi con la presenza di scarpate significative, da zone umide e ambiti allagabili. A questi elementi, ciascuno regolato da apposita normativa geologica, vanno poi sommati i vincoli geo-ambientali, paesistici e idraulici riportati nella Carta dei Vincoli.

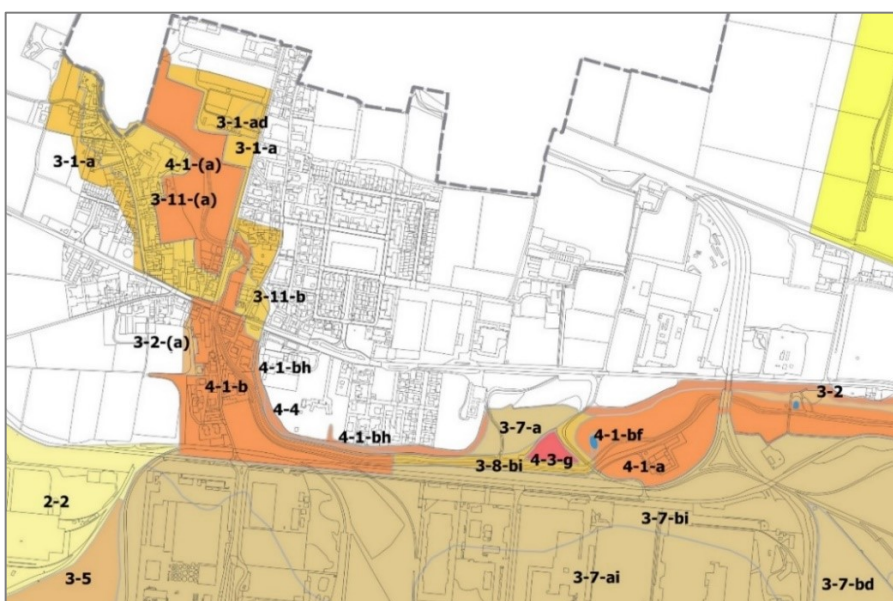


Fig.9.5

Dettaglio Carta di Fattibilità geologica area Cavatigozzi - Morbasco

Per la gestione dello strumento Fattibilità geologica e Norme connesse si veda anche quanto specificato al successivo paragrafo "Procedure di coordinamento dell'attività istruttoria"

La Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano è costituita dallo strato poligonale delle classi e sottoclassi di fattibilità (eventualmente specificate da ulteriori suffissi). Sulla Tavola 9 viene riportato in un box a parte, lo strato della Pericolosità sismica locale (PSL), ripreso, senza ulteriori modifiche alla geometria dei poligoni, dall'"*Aggiornamento della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (PGT), conseguente alla Deliberazione della Giunta Regionale n.X/2129 del'11 luglio 2014 che ha approvato un "Aggiornamento delle Zone Sismiche in Lombardia"*" (Coop. REA dicembre 2017) .

Le indicazioni normative per le classi e sottoclassi di fattibilità geologica, nonché per le aree a differente PSL sono riportate di seguito nelle Norme Tecniche Geologiche.

## **9.3 La normativa della fattibilità geologica**

### **9.3.1 Contenuti e utilizzazione**

Le Norme geologiche di Piano riportano la normativa d'uso della carta di Fattibilità geologica (Tavola 9) e il richiamo alla normativa generale di carattere geologico vigente sul territorio.

In particolare vengono riportate, per ciascuna delle sottoclassi di fattibilità geologica individuate nella Tavola 9, indicazioni in merito alle indagini di approfondimento da effettuarsi prima degli interventi urbanistici, con specifico riferimento alla situazione individuata per la sottoclasse specifica, considerando sia il fenomeno che la caratterizza dal punto di vista della vulnerabilità/pericolosità, sia le altre situazioni che non concorrono alla definizione della sottoclasse, ma che sono comunque presenti nell'area.

Vengono inoltre fornite indicazioni in merito alle opere di mitigazione del rischio da realizzarsi e alle prescrizioni per le tipologie costruttive.

Queste Norme devono essere recepite integralmente dal Piano delle Regole e dal Documento di Piano e risultano prevalenti rispetto ad ogni altra norma di Piano non coordinata.

Le indagini e gli approfondimenti prescritti nelle Norme Geologiche relative a ciascuna delle Classi e Sottoclassi di fattibilità geologica ottenute dalla distribuzione delle pericolosità/vulnerabilità geologiche del territorio di Cremona devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi, peraltro quando questi siano comunque non esclusi, in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto devono essere consegnate, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (l.r. 12/05, art 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (l.r.12/05 art.33 e seguenti).

Le indagini e gli approfondimenti devono esplorare l'area interessata dall'intervento ed un suo intorno sufficientemente esteso, determinati e motivati, ove non specificato nelle norme seguenti, dal professionista responsabile delle indagini geologiche, in funzione del o dei fenomeni che

definiscono l'attribuzione dell'area ad una classe e sottoclasse di fattibilità geologica. Nella definizione dell'estensione dell'area indagata deve essere tenuta in considerazione la presenza di eventuali altri fattori secondari non espressi nella sottoclasse, ma descritti nella documentazione di analisi dello Studio della componente geologica, riportata nel DdP, oppure ricavabili dall'analisi di dettaglio dell'area attraverso rilevamenti specifici e/o informazioni anche non contenute nello Studio Geologico.

Non è ritenuto opportuno, al fine di identificare correttamente il rischio reale esistente su un'area, riferirsi esclusivamente a prove e indagini effettuate in aree analoghe; contestualmente si auspica che i risultati delle prove e indagini effettuate sul territorio possano essere inserite in apposita raccolta/banca dati comunale e messe a disposizione dei tecnici e dei professionisti al fine di avere una conoscenza organica e il più possibile esaustiva del territorio e del suo sottosuolo.

I dati relativi al sottosuolo, in parte raccolti anche dalla Banca Dati Geologica Sottosuolo, realizzata da Regione Lombardia e disponibile in rete (Geoportale), dovrebbero costituire la base conoscitiva da utilizzare per gli studi geologici destinati alla pianificazione urbanistica, nonché per la definizione del "Sistema geoterritoriale", quale parte degli "Elementi costitutivi" del PUGSS (r.r. 6/2010).

### **9.3.2 Norme di carattere generale**

#### **Le Norme tecniche per le costruzioni**

Per quanto riguarda le normative di riferimento generali per le prove e le indagini da effettuare sui terreni di fondazione o comunque interessati da interventi di trasformazione, si deve fare riferimento alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con DM il 20/2/2018 in vigore dal marzo 2019..

Le indagini e gli approfondimenti indicati nelle Norme Tecniche sono comunque sempre da effettuarsi, indipendentemente dalla classe di fattibilità geologica nella quale ricade l'area di intervento.

#### **La legge regionale 4/2016 e l'invarianza idraulica**

La Legge regionale n.4 del 15 marzo 2016, legge regionale sulla difesa del suolo, si occupa di "prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e gestione dei corsi d'acqua".

La legge disciplina le attività di competenza della Regione Lombardia relativamente alla difesa del suolo e alla gestione dei corsi d'acqua e del demanio idrico, definendo gli strumenti utili alla attuazione di tali obiettivi.

La norma regola molte materie, per alcune delle quali si prevede la predisposizione di specifiche disposizioni attuative, nessuna delle quali giunta, al momento, alla approvazione, In particolare:

- la gestione coordinata del reticolo idrico minore, di competenza comunale, e dei reticoli principale e consortile;
- il rispetto dell'invarianza idraulica, dell'invarianza idrologica e del drenaggio urbano sostenibile

- le attività di polizia idraulica nel demanio idrico fluviale
- la manutenzione continuata e diffusa del territorio, dei corsi d'acqua, delle opere di difesa del suolo, delle strutture e dei sistemi agroforestali di difesa del suolo
- il ripristino delle condizioni di maggiore naturalità dei corsi d'acqua, recupero delle aree di pertinenza idraulica e riqualificazione fluviale
- il riordino delle competenze sulla navigazione interna delle acque
- le nuove competenze in tema di difesa del suolo per i Consorzi di bonifica e irrigazione.

In particolare, si possono segnalare alcuni aspetti significativi anche per le attività di competenza comunale.

L'art. 5 apporta integrazioni alla l.r.1/2000 (sistema delle autonomie) con il coordinamento tra gestori del reticolo idrico, ampliando la possibilità di delega ad enti sovracomunali rappresentativi, compresi i parchi, anche delle funzioni di concessione e applicazione dei canoni di polizia idraulica. Inoltre si richiede che le autorità idrauliche competenti sui vari reticoli, quindi anche il Comune, per la propria parte, "gestiscano in modo coordinato le attività di polizia idraulica" in relazione al rilascio di nulla osta idraulici (che riguardano attività nelle fasce di rispetto o in demanio idrico in forma temporanea e/o opere radenti che non modificano il regime idraulico). Prima del rilascio del nulla osta, l'autorità deve avvertire la omologa di valle e attenderne il parere, se espresso entro 15 gg. E' necessaria, dunque, una chiara presa di coscienza del ruolo comunale, attivo e informato, di gestore della polizia idraulica.

L'art.7, tratta della "invarianza idraulica e idrologica (I.I.I.) e del drenaggio urbano sostenibile". I principi base integrano, con l'art.58bis, la legge 12/2005 e s.m.l. La norma prescrive che i principi della I.I.I. e del drenaggio sostenibile vengano recepiti negli strumenti urbanistici e nel regolamento edilizio. In questo caso, entro 6 mesi dalla entrata in vigore del relativo Regolamento Regionale di attuazione. I principi della norma si applicano a tutti gli interventi che comportano riduzioni di permeabilità del suolo. Si prevede anche che si individuino le strutture necessarie al rispetto dell'I.I.I. nel PdS anche per le aree già urbanizzate.

L'art.10 conferma il divieto di nuove costruzioni fino a 10 m, o oltre, dalle sponde o dalla base degli argini dei corsi d'acqua. Nel caso di interferenze con canali di consorzi di bonifica, la distanza di 5-10 m può essere computata come "area per attrezzature pubbliche e di interesse pubblico generale ai sensi dell'art. 9 della l.r.12/2005" e "possono acquisire valenza di corridoi ecologici".

Con l'art. 11 si dettagliano le procedure da seguire nel caso di opere esistenti nelle fasce di rispetto dei corpi idrici, rimanendo sempre escluso il demanio idrico vero e proprio, rappresentato dall'alveo, dalle sponde e da eventuali argini.

Sinteticamente, si richiede la sola demolizione senza ricostruzione per casi con rischio idraulico elevato o verifica di compatibilità idraulica negativa. Se l'opera è dotata di titolo legittimante, sono ammessi manutenzione e restauro senza aumento di volume e carico insediativo, oltre che con inserimento della stessa nel Piano di Protezione Civile.

Per i casi con verifica idraulica positiva e con o senza titolo edilizio legittimante, sono ammessi manutenzione e restauro o risanamento, senza aumento di superficie o volume e aumento del carico insediativo.

La norma regola poi la gestione dei casi con opere e occupazioni del demanio fluviale senza concessione o con concessione scaduta (art.12) e le procedure per gli scarichi in corso d'acqua (art.

14). Agli artt. 16 e 17 si introducono maggiori possibilità di fruizione e uso plurimo delle alzaie e argini e delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua.

Riguardo alla "Manutenzione delle opere di difesa del suolo" (art. 19) la legge 4 riprende un tema molto delicato, anche per i centri abitati. Cioè che sono a carico dei proprietari e dei frontisti le realizzazioni e manutenzioni delle opere di difesa dei propri beni lungo i corpi idrici (c.i.). Si tratta di un aspetto non sempre di agevole definizione, riguardo a cosa siano le opere di difesa "di beni di proprietà" e cosa "la manutenzione delle opere di difesa del suolo necessarie a garantire la mitigazione del rischio idrogeologico, al fine di difendere prioritariamente i centri abitati e le infrastrutture strategiche" (art.19 comma 1), di iniziativa regionale.

L'art.20 tratta della manutenzione degli alvei del reticolo idrico, attività di interesse del comune, in particolare in un caso come quello di Cremona. Gli interventi sono infatti rivolti alla sicurezza idraulica ed anche alla riqualificazione naturalistica degli stessi e la loro realizzazione, in mancanza di costruzioni e opere permanenti, non è più soggetta ad autorizzazione paesaggistica. Quest'ultima disposizione risulta poi ampiamente confermata dal successivo d.p.r. n.31 del 13/02/2017. Sul tema della gestione della vegetazione negli alvei e nelle fasce di rispetto dei c.i., si è in attesa di un secondo importante atto regolamentare specifico.

Infine da rilevare che l'art.24 stabilisce i criteri del processo di accatastamento delle opere di difesa del suolo di competenza regionale. Divengono demanio statale le opere il reticolo idrico principale e minore comunale, qui non esistente; mentre appartengono al demanio regionale quelle afferenti al reticolo consortile.

Il regolamento regionale di attuazione dell'art.7 della l.r.4, definitivamente approvato in data 20/11/2017 dalla Giunta Regionale, si occupa, come visto in precedenza, della buona gestione delle acque scolanti, escluse quelle sottoposte alle disposizioni del regolamento regionale 4/2006, come acque di "prima pioggia".

Esso stabilisce concrete misure di invarianza idraulica e idrologica destinate a "compensare interventi comportanti una riduzione della permeabilità del suolo". Il testo del regolamento specifica che le riduzioni di permeabilità del suolo sono da calcolare in rapporto alle condizioni pre-urbanizzazione. Ugualmente le misure da adottare si calcolano con riferimento alla "superficie interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità" rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione.

Sono soggette al regolamento le acque meteoriche provenienti da superfici scolanti non suscettibili di inquinamento, e le acque di seconda pioggia.

Di seguito si riassumono le principali prescrizioni e indicazioni tecniche previsti, dal testo del regolamento appena approvato. Da esso sono tratti i principi base di gestione delle acque che sono da considerare come generale indirizzo normativo applicabile, indistintamente, a ciascuna delle classi e sottoclassi di fattibilità geologica.

Nel Regolamento Edilizio si dovrà specificare quanto previsto all'Art.6 per gli interventi "soggetti a permesso di costruire, segnalazione certificata di inizio attività e comunicazione di inizio lavori"; cioè che occorre anche un progetto di invarianza Idraulica e Idrologica redatto da "tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici", corredato dalla istanza di concessione allo scarico in acque superficiali presentata alla autorità idraulica, richiesta di

allacciamento per eventuale scarico in fognatura o accordo privato per scarico in altra rete. In caso di variante alle opere con modifica di parametri significativi, il progetto deve essere adeguato e ripresentato, così come la richiesta di concessione, insieme con l'altra documentazione urbanistica ed edilizia. Per la segnalazione certificata ai fini della richiesta di Agibilità occorre la dichiarazione di conformità delle opere per rispetto dei limiti di portata allo scarico e il collaudo, con le certificazioni previste al punto 5 dell'art.6.

Gli equipaggiamenti presenti allo scarico devono essere ispezionabili da parte dell'autorità idraulica o del Servizio Idrico Integrato (SII); queste procedure valgono anche per le infrastrutture stradali e loro pertinenze (Vedi art.6 comma 6 punto c).

In sostanza la norma stabilisce limiti quantitativi allo scarico in corpi idrici, fognatura e suolo e criteri di calcolo differenziati in relazione al grado di impermeabilizzazione dei suoli, alle condizioni idrogeologiche al contorno e in base al grado di criticità idraulica dei bacini recettori, stabilito in tre categorie a criticità decrescente A, B e C (art.7 e All.B)

Sulla base di questa classificazione, il territorio di Cremona (comuni "ricadenti, anche parzialmente, all'interno dei comprensori di bonifica e irrigazione") è considerato "a media criticità idraulica" (Aree B). Tuttavia "5. *Indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti indicati nel presente regolamento per le aree A di cui al comma 3, anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole*" (art.7 comma 5)

I pertinenti valori della portata specifica massima scaricabile nei recettori sono determinati con riferimento, come visto in precedenza, a situazioni precedenti l'urbanizzazione e tengono conto delle superfici interessate dall'intervento che riduce o ha ridotto la permeabilità originaria.

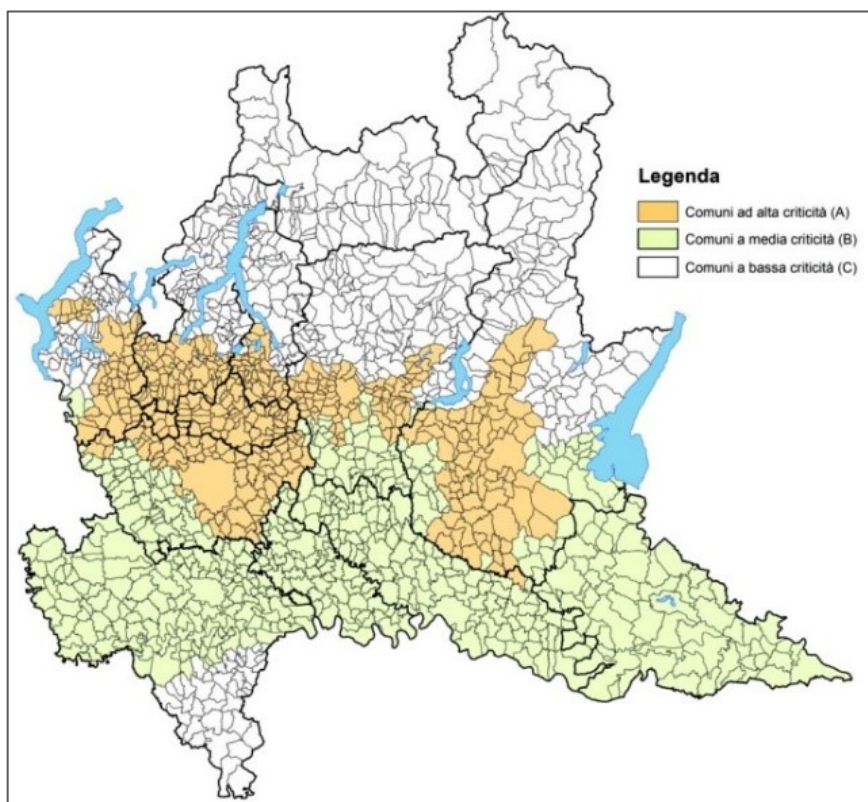


Fig. 9.6

Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica (All. B Regolamento)

L'art. 8 comma 1 contiene le indicazioni seguenti relative alle portate scaricabili:

a)	per le aree A di cui al comma 3 dell'articolo 7: 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
b)	per le aree B di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
c)	per le aree C di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Tab. 9.4 Portate massime ammissibili nelle aree a diversa criticità

Il controllo delle acque pluviali è ottenuto tramite misure preventive di evapotraspirazione, infiltrazione, laminazione diffusa e/o centralizzata, riuso; se insufficienti, lo scarico sarà comunque da prevedersi a valle degli invasi di laminazione dimensionati per il rispetto delle portate massime previste ammissibili.

Per le aree già edificate e fognate, si richiedono interventi di riduzione delle portate degli scaricatori di piena, da contenersi comunque entro il valore di 40 l/s\*Ha di superficie scolante impermeabile, già oggi vigenti.

La classificazione degli interventi richiedenti differenti misure di II (Invarianza Idraulica) in funzione della impermeabilizzazione prodotta e con calcoli diversi a seconda dell'effetto potenziale dell'intervento e del grado di criticità del territorio, è sintetizzata nella tabella seguente (art. 9).

Nel caso di Cremona sono da utilizzare i metodi di calcolo della colonna A,B. differenziati in relazione alla "classe di intervento" (in Art.11).

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,01 ha (≤ 100 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4		
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Tab. 9.5 Classificazione degli interventi

Sono dettagliati all'Art. 10 i contenuti della relazione del Progetto di Invarianza Idraulica e Idrologica, comprendenti relazione, calcoli, documentazione, piano di manutenzione e asseverazione del professionista.

Secondo l'Art.12, nel caso di piccoli interventi (< 100 m2) e di adozione di uno scarico nel suolo o primo sottosuolo o in uno degli 8 principali corsi d'acqua della Regione (nel Po, nello specifico), non sono imposti limiti di portata e non è necessario il progetto di I.I.I. In questi casi si può anche

scegliere di adottare un requisito minimo dimensionale della laminazione (400 m<sup>3</sup>/Ha di superficie scolante impermeabile dell'intervento) corredato da progetto di I.I. semplificato (Art.10 comma 2). All'Art. 13, il Regolamento aggiunge indicazioni relative alle caratteristiche del Piano di manutenzione degli interventi di I.I.I. progettati.

Inoltre, con l'Art.14 si dettano "Modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica e previsioni del piano d'ambito ....". Sulla base di queste, i comuni in aree B, a media criticità, devono redigere lo "Studio comunale di gestione del rischio idraulico" (art.10.2) o, nelle more della redazione dello stesso, un "Documento semplificato del rischio idraulico comunale". Quest'ultimo entro 9 mesi dall'entrata in vigore del Regolamento (entro agosto 2018).

I documenti rappresentano le condizioni di rischio e descrivono le misure strutturali e non strutturali da adottare. Gli esiti degli stessi sono recepiti nel PGT. Le aree allagabili, come specificate nell'Art.14.5a sono inserite nello Studio geologico del PGT, mentre le misure strutturali nel Piano dei Servizi (14.5.b).

Relativamente a questi compiti, il Comune di Cremona, già in possesso di uno Studio semplificato del rischio idraulico, approvato nel 2019 e aggiornato nel 2020, ha completato (Studio Telò May Fly 2023) la stesura di una nuova analisi idraulica e ha approvato con d.c.c. del 27/4/2023 lo Studio comunale di Gestione del Rischio Idraulico (ScGRI), richiamato ripetutamente in precedenza nella presente relazione.

I commi 7 e 8 dell'Art.14 del Regolamento specificano i contenuti dello Studio comunale che prevede, come avvenuto nel caso in esame, la mappatura dei ricettori, delle aree soggette ad allagamento e delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico, ricavate dagli studi geologici per il PGT e dal Piano Gestione Rischio Alluvioni. Inoltre prevede l'indicazione delle misure strutturali e non strutturali di I.I. e l'individuazione delle aree necessarie alla attuazione delle misure anche per zone già urbanizzate, con indicazioni tipologiche. Nel caso di Cremona, progetti e interventi proposti dalla Studio comunale sono richiamati sinteticamente al precedente Capitolo 2 (Idrografia e rischio idraulico).

Per interventi e misure si rimanda agli elaborati originali dello ScGRI.

### **Il Programma di Tutela e Uso delle Acque 2017 (PTUA)**

Il PTUA, parte del Piano di Tutela delle Acque, rappresenta lo strumento di programmazione regionale del Piano di Gestione del distretto idrografico del Po (PdGPo), aggiornato al 2016 dalla Autorità di Bacino. Esso sostituisce il PTUA 2006 e "dettaglia le informazioni contenute nel relativo programma di misure". E' stato approvato con d.g.r. 31/7/2017 n.6990.

I documenti da cui, in prevalenza, sono ricavate le note seguenti sono quelli di natura più operativa e prescrittiva, cioè Le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) e Le Misure di Piano.

Riguardo alle NTA si veda l'art.3 comma 1, dove si afferma che le prescrizioni del PTUA "hanno efficacia immediatamente vincolante per le amministrazioni e gli enti pubblici territoriali" e che entro 6 mesi dalla sua approvazione (31/1/2018), dovevano essere attivate le procedure per adeguare ai suoi obiettivi gli strumenti di pianificazione ambientale, urbanistica e territoriale.

Gli obiettivi del PTUA sono di carattere ambientale, rivolti prioritariamente alla tutela qualitativa e quantitativa dei corpi idrici. Ne sono coinvolti soprattutto i gestori del servizio idrico, gli enti erogatori di concessioni idriche, gli enti di programmazione regionale nei settori agricolo e della tutela ambientale (Parchi e altre aree di tutela). All'art.30 si prevedono strumenti di integrazione tra gli obiettivi del PTUA e quelli per la gestione del rischio idrogeologico, per esempio con la adozione di approcci a scala di bacino/sottobacino idrografico.

All'art.46, le NTA rinnovano il proposito, già enunciato con la l.r.26/2003, di aggiornamento regolamentare della disciplina relativa alle aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili; materia tuttora regolata da norme diverse, non sempre concordanti, e di diretto interesse dei Comuni a cui spettano molti degli interventi necessari all'adeguamento delle salvaguardie e il recepimento delle stesse negli strumenti urbanistici.

Infine il Capo X tratta della "integrazione con la pianificazione territoriale e urbanistica". La Regione dovrebbe predisporre anche apposite linee guida per "garantire un maggior coordinamento tra gli strumenti previsti dalla l.r.12/05 e gli obiettivi del PTUA".

Si prescrive che si tenga conto nello sviluppo urbanistico delle esigenze del servizio idrico e che, comunque, piani e progetti siano sottoposti alla valutazione dell'Ufficio d'Ambito.

Riguardo al tema del drenaggio urbano e dell'invarianza idraulica, le NTA si richiamano alla legge regionale 4/2016 e al regolamento 2017 successivamente aggiornato, introducendo tuttavia un obbligo transitorio di adeguamento delle portate di scarico nei recettori agli standard già introdotti dal precedente Piano e per Cremona confermati dal Regolamento "Invarianza": cioè 20 l/s\*Ha di superficie scolante impermeabile, per nuovi insediamenti, e 40 l/s\*Ha per le aree già urbanizzate.

Nel Piano dei Servizi, visto il Piano d'Ambito, il Comune "individua le aree da destinare alla realizzazione degli interventi di laminazione delle portate degli scarichi di sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie o di reti pubbliche di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento, necessari a garantire il rispetto delle portate limite allo scarico previste ....". La Giunta Regionale dovrebbe anche provvedere ad approvare apposite linee guida per l'implementazione dell'invarianza idraulica, come definita da Regolamento Regionale approvato, negli strumenti urbanistici e nei regolamenti edilizi.

In relazione ai contenuti generali del PTUA e a quelli accennati delle NTA, si possono anche richiamare le Misure di Piano del PTUA stesso, rappresentate dalla raccolta di 73 schede sintetiche, relative a approfondimenti conoscitivi, progetti, applicazioni di linee guida, adeguamenti e discipline diverse, ecc.

Si richiamano solo alcune di queste misure, quando di maggiore interesse per i Comuni o quando questi vengono citati tra i responsabili della attuazione:

Scheda N.17 Misura KTM06-P4-a019 Definizione di una rete ecologica di distretto attraverso l'integrazione delle reti ecologiche esistenti.

Scheda N.33 Misura KTM13-P1-a044 Disciplina per la definizione e gestione delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano.

Scheda N.58 Misura KTM21-P1-a098 Disciplina e trattamento delle acque di prima pioggia in ambito urbano e industriale e delle acque di sfioro delle reti fognarie miste.

Scheda N.59 Misura KTM21-P1-b099 Disciplina e indirizzi per la gestione del drenaggio urbano.

Scheda N.60 Misura KTM21-P1-b099.1 Approvazione e attuazione norme sull'invarianza idraulica e idrologica (di seguito il testo riassuntivo degli obiettivi del regolamento, richiamati dalla Misura)

Tale regolamento dovrà essere recepito nei regolamenti edilizi comunali e definirà tra l'altro:

- a) ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del grado di impermeabilizzazione dei suoli, delle condizioni idrogeologiche delle aree e del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori;
- b) il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati;
- c) modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito di cui all'articolo 48, comma 2, lettera b), della l.r. 26/2003, nonché tra le disposizioni del regolamento di cui al presente comma e la normativa in materia di scarichi di cui all'articolo 52, comma 1, della stessa l.r. 26/2003, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica;
- d) misure differenziate per le aree di nuova edificazione e per quelle già edificate, anche ai fini dell'individuazione delle infrastrutture pubbliche di cui al piano dei servizi;
- e) indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano;
- f) gli opportuni meccanismi di incentivazione edilizia e urbanistica anche ai sensi dell'articolo 4, comma 9, della legge regionale 28 novembre 2014, n. 31 (Disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e per la riqualificazione del suolo degradato), attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi della invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile;
- g) la possibilità per i comuni di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi di cui al comma 2 previsti in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche come specificato nel regolamento regionale di cui al presente comma, in ragione delle quali sia dimostrata l'impossibilità a ottemperare ai principi di invarianza direttamente nelle aree oggetto d'intervento. Il valore della monetizzazione è pari al volume d'acqua, in metri cubi, che è necessario trattenere per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica calcolato secondo quanto previsto dal regolamento

### **Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni**

Il testo illustrativo seguente è integrato da stralci del testo della d.g.r. X/6738/2017 relativa alle "Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza .....". Al testo integrale della delibera regionale si rimanda per tutti i dettagli e i chiarimenti relativi a prescrizioni e procedure da adottare da parte dei vari soggetti, compresi i Comuni, per l'adeguamento degli strumenti di pianificazione e programmazione al PGRA

"Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), predisposto in attuazione del d.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (cosiddetta "Direttiva Alluvioni"), è stato adottato con deliberazione 17 dicembre 2015 n. 4, approvato con Deliberazione 3 marzo 2016, n. 2 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po e successivamente con d.p.c.m. 27 ottobre 2016 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 30 del 6 febbraio 2017)".

Successivamente è stata completata la prima revisione del Piano (2022-2027), approvata poi in data 29/12/2020. Attualmente, come già descritto in precedenza, sono stati completati anche nuovi studi per l'"Aggiornamento delle mappe delle aree allagabili complessive" nelle APSFR distrettuali arginate. E' coinvolto anche il tratto cremonese del Po dove si prevede di ridefinire, ampliandolo, il

limite delle aree potenzialmente coinvolte da eventi alluvionali eccezionali che prevedano rottura o sormonto degli argini.

In generale, il PGRA ha delimitato le aree allagabili in base a 3 classi di pericolosità idraulica e 3 o 4 classi di rischio, definite sulla base dell'incrocio della pericolosità con il danno potenziale, ricavato a sua volta dal tipo e valore del bene esposto per la sua vulnerabilità.

Le aree allagabili si riferiscono ai seguenti ambiti territoriali:

Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP); Reticolo secondario collinare e montano (RSCM); Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale (RSP); Aree costiere lacuali (ACL).”

Gli scenari di pericolosità sono così descritti:

- aree P3 (H nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti;
- aree P2 (M nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti;
- aree P1 (L nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni rare;”

Le mappe di rischio utilizzano invece 4 gradi di rischio crescente (R1 - rischio moderato o nullo, R2 - rischio medio, R3 - rischio elevato, R4 - rischio molto elevato), nell'ambito RP, e 3 livelli (R1, R2, R3) nell'ambito RSP.

Con la successiva proposta di Variante alle norme PAI (Titolo V NdA), definitivamente adottata con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 5 del 7 dicembre 2016 (GU – S.G.n. 50 - del 1 marzo 2017), l'Autorità di Bacino ha introdotto, tra le misure di prevenzione previste nel PGRA quella di associare, alle aree allagabili del PGRA, una idonea normativa d'uso del territorio, coerente con quella già presente nel PAI. Contemporaneamente ha disposto l'introduzione di misure di salvaguardia da applicare alle aree allagabili in attesa della approvazione finale della Variante al PAI. Su questa materia, è intervenuta la Regione Lombardia con indicazioni di chiarimento e con la citata d.g.r. 6738/2017 che contiene “Disposizioni integrative rispetto a quelle contenute nella d.g.r. ix /2616/2011 relative all'attuazione della variante normativa al PAI nel settore urbanistico alla scala comunale” e che sostituisce in toto le misure di salvaguardia di cui sopra.

La delibera precisa i compiti degli enti locali e l'iter tecnico/amministrativo da seguire per adeguare gli strumenti di pianificazione urbanistica e dell'emergenza, al PGRA e al disposto della Variante PAI; tenuto conto dell'Ambito Territoriale di Riferimento e della esistenza o meno, sul singolo corso d'acqua, della precedente pianificazione di bacino, con delimitazione delle Fasce Fluviali.

La situazione del Comune di Cremona, rispetto alle disposizioni del PGRA è descritta in dettaglio al precedente Capitolo 2, e al Capitolo 7.

Sinteticamente si ricorda che in entrambi gli ambiti di interesse “Reticolo principale di pianura e di fondovalle” (RP), interessato dalla delimitazione delle fasce fluviali, e “Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale”(RSP) :

- a) nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia A dalle norme di cui al “Titolo II – Norme per le fasce fluviali”, delle Norme di Attuazione (N.d.A.) del PAI (art. 29);
- b) nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia B di cui all'art. 30 delle NdA del PAI
- c) nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L), si applicano le disposizioni previste per la fascia C di cui all'art. 31 delle NdA. del PAI”.

In realtà, la costruzione delle mappe di pericolosità e rischio delle aree di pianura, su reticolo secondario (RSP), ha utilizzato due sole categorie di pericolosità, la P2/M e la P3/H, e i tre livelli di rischio di cui sopra (Cap.7, par.7.3.1 fig.7.20). Pertanto, nelle aree della pianura, il massimo livello di rischio è R3. In queste, oltre a quelle a rischio R4 facenti capo al reticolo principale (RP), e comunque nelle aree già edificate al 2012 (verifica su Ortofoto AGEA 2015, ..più recenti!), “i Comuni sono tenuti ad effettuare una valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali” con le metodologie dell’All. 4 d.g.r.2616/2011 (vedi Cap.7 Carta PAI-PGRA par.7.3.4).

Nelle aree RSP, il Comune può svolgere “valutazioni preliminari sulla base degli eventi alluvionali più significativi”, anche relative ad altezze e velocità dell’acqua. In assenza anche della valutazione preliminare e in attesa della valutazione dettagliata, il Comune può applicare le norme di fascia A e B alle aree P3/H e P2/M, oppure richiedere, anche in questo caso, uno studio di compatibilità idraulica basato sui dati PGRA.

Rispetto alla classificazione di Fattibilità geologica, mentre non ci sono dubbi riguardo alla normativa da applicare alle fasce PAI e alle equipollenti aree a diversa pericolosità idraulica del PGRA nelle aree dell’ambito RP, nell’ambito di pianura RSP, sono proposte norme differenziate per i reticoli idrici naturali e per quelli regolati/consortili, che interessano il territorio di Cremona.

Reticolo “consortile” (dgr 6738/2027 par.3.3.3):

*“omissis” ..., “per le aree classificate a pericolosità P3/H e P2/M sul reticolo consortile, si ritiene che sussistano consistenti limitazioni all’utilizzo per scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d’uso per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. Sono pertanto da applicare le limitazioni relative alla classe 3 di fattibilità geologica.”*

Altre indicazioni specifiche per l’ambito RSP sono fornite riguardo agli interventi urbanistici ed edilizi:

*“Reticolo naturale e reticolo consortile – disposizioni comuni*

*Entro le aree P3/H e P2/M, laddove negli strumenti urbanistici non siano già vigenti norme equivalenti, o fino a quando il Comune non realizzi uno studio di approfondimento al livello locale, secondo le indicazioni fornite al successivo paragrafo 3.3.4. “Procedure di adeguamento degli strumenti urbanistici comunali” è necessario:*

- *subordinare gli eventuali interventi edilizi alla realizzazione di uno studio di compatibilità idraulica, che l’Amministrazione comunale è tenuta ad acquisire in sede di rilascio del titolo edilizio. Tale studio è finalizzato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l’intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione locali. Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell’area allagabile, accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza);*
- *-garantire l’applicazione di misure volte al rispetto del principio dell’invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare e non peggiorare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio;*
- *vietare la realizzazione di piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di auto protezione e idonei accorgimenti edilizi;*
- *nei piani interrati o seminterrati, dotati di sistemi di auto protezione e idonei accorgimenti edilizi,*

- *dimensionati sulla base degli esiti dello studio compatibilità idraulica, vietare un uso che preveda la presenza continuativa di persone;*
- *progettare e realizzare le trasformazioni consentite con modalità compatibili, senza danni significativi, con la sommersione periodica;*
- *progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione,*
- *evitando interventi che ne comportino l'accumulo, ovvero che comportino l'aggravio delle*
- *condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti”.*

Nel caso del Comune di Cremona, si può considerare che la recente conclusione dello studio idraulico propedeutico alla redazione dello ScGRI, e quest'ultimo strumento stesso, forniscano un quadro più avanzato della distribuzione dei livelli di pericolosità idraulica, sia nelle aree del Reticolo Secondario di Pianura, sia in quelle del Reticolo Principale, pur nella evidente necessità di ulteriori fasi di approfondimento e completamento. Le pericolosità idrauliche valutate con gli strumenti dell'All.4 della d.g.r. 2616/2011, costituiscono lo strumento ultimo di giudizio per l'applicazione delle misure di salvaguardia e per la normativa geologica e urbanistica.

Riguardo al Reticolo Principale, si vedano, di seguito, le norme da applicare alle Fasce Fluviali PAI (NdA PAI) e, a seguito della adozione della Variante PAI 2016 e della d.g.r.6738/2017, anche alle aree a diversa pericolosità idraulica, come individuate dal PGRA.

#### **Art. 29. Fascia di deflusso della piena (Fascia A)**

1. Nella Fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra.

2. Nella Fascia A sono vietate:

- a) le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli;
- b) l'installazione di impianti di smaltimento dei rifiuti ivi incluse le discariche di qualsiasi tipo sia pubbliche che private, il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali o di rifiuti di qualsiasi genere;
- c) le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree per una ampiezza di 10 m dal ciglio della sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente.

3. Sono per contro consentiti:

- a) i cambi colturali;
- b) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- c) le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;
- d) i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m<sup>3</sup> annui;

e) la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;

f) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto in loco e da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;

g) il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia.

4. Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio, l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A.

#### **Art. 30. Fascia di esondazione (Fascia B)**

1. Nella Fascia B il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.

2. Nella Fascia B sono vietati:

a) gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di vaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di vaso in area idraulicamente equivalente;

b) l'installazione di impianti di smaltimento dei rifiuti ivi incluse le discariche di qualsiasi tipo sia pubbliche che private, il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali o di rifiuti di qualsiasi genere;

c) in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

3. Sono per contro consentiti:

a) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e all'eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;

b) gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;

c) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattive autorizzate ed agli impianti di trattamento del materiale estratto in loco e da realizzare secondo le modalità prescritte dai dispositivi autorizzativi;

d) gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 19 bis.

4. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

#### **Art. 31. Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)**

1. Nella Fascia C il Piano persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n.225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del presente Piano.

2. I Programmi di previsione e prevenzione e i Piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio, investono anche i territori individuati come Fascia A e Fascia B.

3. In relazione all'art. 13 della L. 24 febbraio 1992, n. 225, è affidato alle Province, sulla base delle competenze ad esse attribuite dagli artt. 14 e 15 della L. 8 giugno 1990, n. 142, di assicurare lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta e alla elaborazione dei dati interessanti la protezione civile, nonché alla realizzazione dei Programmi di previsione e prevenzione sopra menzionati. Gli Organi tecnici dell'Autorità di bacino del fiume Po e delle Regioni si pongono come struttura di servizio nell'ambito delle proprie competenze, a favore delle Province interessate per le finalità ora menzionate.

Le Regioni e le Province, nell'ambito delle rispettive competenze, curano ogni opportuno raccordo con i Comuni interessati per territorio per la stesura dei piani comunali di protezione civile, con riferimento all'art. 15 della L. 24 febbraio 1992, n. 225.

4. Compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti nella Fascia C.

5. Nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" nelle tavole grafiche, il Comune competente può applicare, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, anche sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni ai sensi del precedente art. 27, comma 2, in tutto o in parte gli articoli di norma relativi alla Fascia B in via transitoria fino alla avvenuta realizzazione delle opere programmate.

Per quanto riguarda le Zone I PAI (Aree a rischio idrogeologico molto elevato) si fa riferimento all'art.51 punti 3 e 5 delle NdA PAI:

***“3 Nelle aree perimetrare come ZONA I nell'Allegato 4.1 all'Elaborato 2 di Piano, esterne ai centri edificati, sono esclusivamente consentiti:***

- *gli interventi di demolizione senza ricostruzione;*
- *gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lett. a), b), c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume;*
- *gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al recupero strutturale dell'edificio o alla protezione dello stesso;*
- *la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché non concorrano ad incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che*

*determinano le condizioni di rischio, e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile. I progetti relativi agli interventi ed alle realizzazioni in queste aree dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità idraulica che dovrà ottenere l'approvazione dell'Autorità idraulica competente;*

- gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e successive modifiche e integrazioni, nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;*
- gli interventi per la mitigazione del rischio idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni.*

*“ 5 Nelle aree della ZONA B-Pr e ZONA I interne ai centri edificati si applicano le norme degli strumenti urbanistici generali vigenti, fatto salvo il fatto che l'Amministrazione comunale è tenuta a valutare, d'intesa con l'autorità regionale o provinciale competente in materia urbanistica, le condizioni di rischio, provvedendo, qualora necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio.*

#### **9.4 Procedure di coordinamento dell'attività istruttoria e procedure interne**

Ai sensi della Dgr. 9/2616/2011, il Comune è tenuto ad informare i soggetti attuatori delle previsioni dello strumento urbanistico sulle limitazioni derivanti dalla classificazione di fattibilità assegnata, nell'ambito della componente geologica del proprio strumento urbanistico, con specifico riferimento alle norme geologiche contenute nel Piano delle Regole del PGT. Lo stesso Comune provvede altresì ad inserire nel certificato di destinazione urbanistica previsto nelle vigenti disposizioni di legge la classificazione del territorio in funzione del dissesto. Parimenti deve essere indicato se l'area ricade all'interno di una zona soggetta ad amplificazione sismica, individuata ai sensi dell'Allegato 5 alla Dgr. 9/2616, con le novità introdotte dalla l.r. 33/2015 e dalla d.g.r. 5001/2016 e fatte salve le norme più aggiornate che risultassero vigenti al momento della redazione dell'attestazione.

Nel caso di Piani attuativi di iniziativa privata o loro varianti, proposti ai sensi dell'art. 14 della Lr. 12/2005, il Comune chiede al soggetto attuatore, che è tenuto ad adempiere, di sottoscrivere un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità dell'amministrazione pubblica in ordine ad eventuali danni a cose e/o persone comunque derivati dal dissesto segnalato e a valutare l'opportunità di sottoscrivere una polizza assicurativa a tutela del rischio residuo.

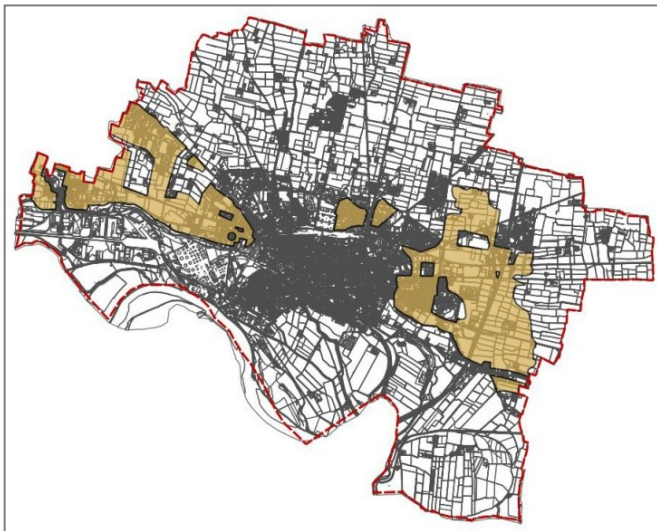
Alle varianti al PGT deve essere allegata una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà, sottoscritta dall'estensore/i dello Studio Geologico, nella quale sia asseverata la congruenza delle previsioni di Piano con i contenuti dello stesso Studio Geologico del PGT.

## 10 Norme di fattibilità geologica

### **Classe 1: fattibilità senza particolari limitazioni**

#### *Definizione generale*

Aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo per scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (d.m. 20/2/2018).



#### Descrizione

Si tratta di aree ubicate generalmente al margine del terrazzo della Pianura, raggruppate in 7 poligoni per un totale di 1102 Ha circa, nei quali non sono stati riscontrati significativi elementi di pericolosità/vulnerabilità geologica. Le aree sono caratterizzate da morfologia pianeggiante con soggiacenza di falda generalmente superiore a 5 m, e substrati sabbiosi o sabbioso limosi.

### ***Indicazioni e prescrizioni generali valide per tutte le Classi e Sottoclassi di Fattibilità geologica***

#### Norme Tecniche Costruzioni

In ottemperanza a quanto previsto dal d.m. 20 febbraio 2018 ogni intervento deve essere accompagnato da una valutazione geologico – geotecnica volta alla determinazione dei caratteri litotecnici dell'area, in particolare della capacità portante dei terreni e dei cedimenti previsti.

Gli interventi di nuova costruzione, ristrutturazione edilizia, restauro conservativo e manutenzione ordinaria che comportano rilevanti modifiche strutturali ad edifici esistenti, devono pertanto essere supportati da apposita relazione geologico tecnica redatta a seguito di:

- indagini geognostiche volte a determinare i caratteri geotecnici del terreno di fondazione. Lo spessore del terreno indagato sarà funzionale al tipo di fondazione e alle dimensioni dell'intervento;
- determinazione della Velocità di propagazione delle onde di taglio nei 30 m di sottosuolo presenti al di sotto della fondazione ( $V_{s30}$ ), meglio se con indagini specifiche, o, in alternativa alle  $V_s$ , analisi della risposta sismica locale.

La relazione dovrà, soprattutto nel caso di scavi di dimensioni significative, verificare anche la stabilità dei fronti di scavo ed eventualmente indicare la tipologia e il dimensionamento delle opere di sostegno necessarie.

Inoltre, data la scarsa soggiacenza della falda idrica in tutto il territorio comunale, la valutazione geologico tecnica degli interventi che interessano il sottosuolo oltre 4 – 5 m di profondità, dovrà considerare la possibilità di interferenza con la falda stessa.

Prove, indagini e valutazioni sono finalizzate alla scelta della tipologia costruttiva e al dimensionamento delle strutture e delle fondazioni, e sono subordinate alla definizione di un quadro geologico di dettaglio dell'area indagata.

Oltre alle indicazioni contenute nel d.m. 20/2/2018, nelle aree di classe 1 occorre applicare alcune specifiche costruttive e approfondimenti di indagine per la mitigazione del rischio, indicate come "prescrizioni".

#### Gestione acque drenaggio urbano

Ad ogni intervento trasformativo a carico di aree appartenenti alla classe 1, si applicano le disposizioni delle NTA del Programma di Tutela e Uso delle Acque 2017, e le disposizioni applicative del regolamento regionale 7/2017, di applicazione dell'art.7 della l.r.4/2016 (invarianza idraulica e idrologica). E' introdotto pertanto l'obbligo di adeguare comunque gli scarichi idrici nei recettori agli standard già introdotti dal precedente PTUA: cioè 20 l/s\*Ha di superficie scolante impermeabile, per nuovi insediamenti, e 40 l/s\*Ha per le aree già urbanizzate.

Sulla base del citato Regolamento si dovranno rispettare gli standard previsti dalla precedente tabella 9.4 (in Cap.9) e applicare ad ogni progetto di trasformazione che comporti una riduzione della permeabilità del terreno rispetto alla situazione originaria, pre-urbanizzazione, misure di invarianza idraulica e idrologica classificate secondo la tabella 9.5 e successivamente progettate e realizzate secondo i criteri tecnici previsti agli Art. 10 e 11 del Regolamento regionale Invarianza Idraulica.

E' confermata, comunque, la classificazione dell'intero territorio di Cremona nelle aree definite "B - Ambiti territoriali a media criticità", per le quali si adotta il livello intermedio di cautele nella gestione delle acque prodotte dai bacini scolanti.

Ciò significa che solo nel caso di interventi a impatto molto modesto, che cioè riguardino complessivamente superfici inferiori a 100 m<sup>2</sup>, è possibile adottare misure semplificate di I.I.I. per il calcolo dei volumi di laminazione delle acque di scarico. I volumi minimi da prevedere sono pari a 600 m<sup>3</sup>/Ha di superficie scolante impermeabile, come indicato dall'art. 12 del Regolamento. In alternativa è consentito un sistema di scarico sul suolo o primo sottosuolo o, per il caso di Cremona, di scarico diretto nel Fiume Po.

In ogni caso, tutti gli interventi di trasformazione che comportino riduzione della permeabilità del suolo e siano dunque obbligati alla adozione di misure di I.I.I., dovranno tenere conto e adeguare la progettazione delle misure ai contenuti, indicazioni e prescrizioni derivati dallo "Studio comunale di gestione del rischio idraulico" (ScGRI), già approvato dal Comune di Cremona come "Documento semplificato" e in data 27/4/2023 nella versione ordinaria prevista dalla normativa. In particolare si dovranno utilizzare le indicazioni relative alle misure non strutturali dedicate alla gestione del "deflusso idrico" presenti nello ScGRI. Inoltre, lo Studio definisce "poco adatte o inadatte" alla infiltrazione tutte le superfici del territorio comunale e richiede che siano condotti studi specifici e analisi in sito per valutare la fattibilità locale della dispersione idrica nel sottosuolo, quale strumento

per la riduzione del deflusso e dello scarico nelle reti idriche (si rimanda al precedente Capitolo 8 e allo ScGRI).

Questi documenti di analisi e programmazione, ferme restando le disposizioni regionali e gli standard obbligatori, possono indicare soluzioni preferibili e indirizzi tecnici adattati alla situazione reale del territorio di Cremona.

**In ogni caso, per ogni disposizione tecnica e prescrizione in esso contenuta, si deve fare riferimento al testo integrale e originale del Regolamento e al suo formale recepimento nel Regolamento Edilizio Comunale, utilizzando le presenti note come richiamo alla specifica normativa.**

#### Verifiche sismiche

Il Comune di Cremona ricade in zona sismica 3 (sismicità bassa)

L'intero territorio comunale presenta scenari di pericolosità sismica locale Z4a, Z2a e Z2b .

Per le aree ricadenti in PSL Z4 la valutazione del 2° livello di approfondimento previsto dall'Allegato 5 alla DGR IX/2616 2011, dimostra che Fa calcolato è generalmente minore al valore soglia comunale indicato dalla Regione Lombardia.

Pertanto le nuove costruzioni previste in aree a PSL Z4 NON necessitano del 3° livello di approfondimento previsti dall'Allegato 5 alla DGR IX/2616 2011, salvo il caso degli edifici "strategici e rilevanti", come elencati nel D.d.u.o. 22/5/2019 n.7237.

Per le aree ricadenti in PSL Z2 invece è necessario effettuare, in fase progettuale, il 3° livello di approfondimento richiesto dalla succitata normativa.

Per tutti i casi di ambiguità, dove è segnalata la coesistenza di due PSL diversi, sarà compito del geologo individuare quale dei due scenari è predominante, successivamente a valutazioni locali di carattere puntuale che tengano in considerazione anche il tipo di intervento proposto.

Il terzo livello di approfondimento è sempre obbligatorio per costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, e sociali essenziali

Valori di soglia				
Periodo	Tipo di Suolo			
	B	C	D	E
0.1-0.5 s	1.4	1.8	2.1	1.9
0.5-1.5 s	1.7	2.4	4.0	3.0

Tab. 5.6 Valori soglia per il Comune di Cremona (Regione Lombardia)

Ai sensi della l.r. 33/2015 si ricorda inoltre che:

- per i comuni in zona 3: obbligo del deposito della documentazione relativa al progetto prima dell'avvio dei lavori
- attività di controllo sistematico degli interventi relativi a opere o edifici pubblici o, in genere, edifici destinati a servizi pubblici essenziali, ovvero progetti relativi ad opere comunque di

particolare rilevanza sociale o destinate allo svolgimento di attività, che possono risultare, in caso di evento sismico, pericolose per la collettività

- attività di controllo su tutti gli altri tipi di edifici in tutte le zone sismiche.

Sono comunque da effettuarsi le indagini previste dal DM 20 febbraio 2018 al Paragrafo 7.11.

Anche in questo caso, gli approfondimenti di indagine indicati per tutte le classi di fattibilità geologica, limitatamente agli interventi ammissibili, devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi, in quanto propedeutici alla pianificazione degli stessi e alla progettazione.

### Altre prescrizioni

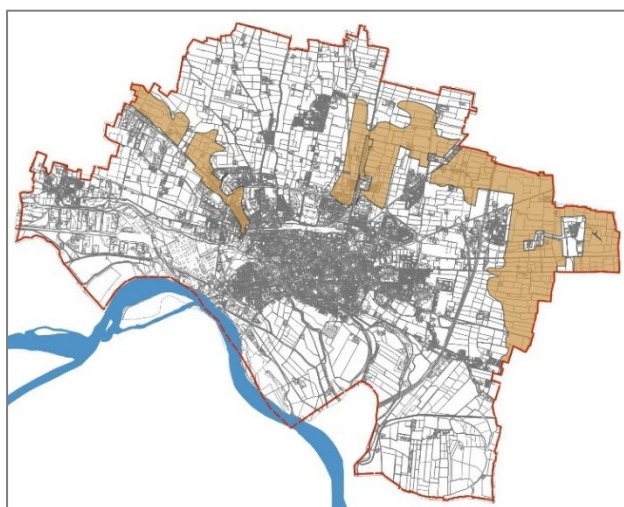
Nel caso di interventi in aree già a destinazione produttiva, è obbligatorio procedere all'analisi delle matrici ambientali attraverso la predisposizione di un Piano di Indagine Ambientale finalizzato all'individuazione di eventuali alterazioni dello stato dei suoli e/o delle acque dovute alla attività produttiva stessa. Tale Piano dovrà essere sottoposto alla Autorità competente.

Tutti gli interventi che prevedono scavi e movimenti terra sono soggetti alle prescrizioni dell'art. 186 del D.Lgs. 152/2006.

## **Classe 2: fattibilità con modeste limitazioni**

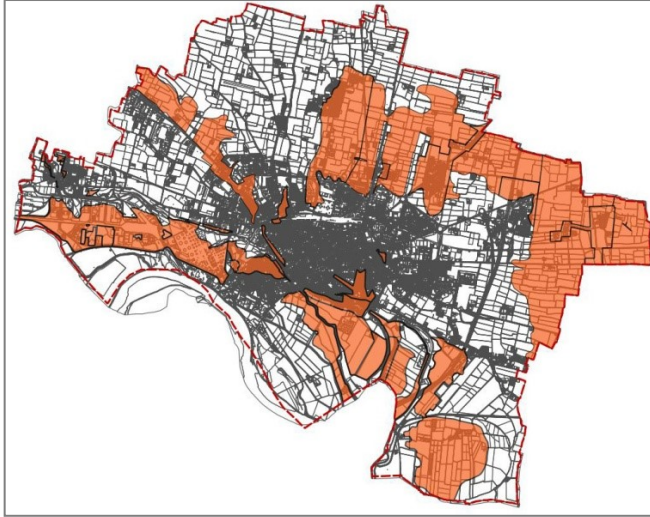
Zone con modeste limitazioni all'uso a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine, accorgimenti tecnico costruttivi e precauzioni ambientali e senza l'esecuzione di opere di difesa (vedere testo integrale Punto 3.1.2 Parte I Dgr. 9/2616/2011).

### **Sottoclasse 2.1: aree con falda idrica mediamente presente tra 3 e 5 m dalla superficie**



#### *Descrizione*

Sono individuate 5 aree, tutte ubicate sulle superfici della Pianura, principalmente nella zona ad est dell'abitato di Cremona, ma anche lungo la direttrice per Castelleone (SP 41). La superficie interessata è di circa 1076 ha. Sono caratterizzate dalla presenza della falda idrica generalmente tra 3 e 5 m dal piano campagna, profondità che può non interferire solo con le fondazioni più superficiali. Viene aggiunta alla sottoclasse anche la porzione più settentrionale della ex Zona I del Dugale Robecco, riclassificata come priva di pericolosità idraulica e a "rischio residuo"



*Sopra*

*Le aree che hanno la falda tra 3 e 5 m come elemento determinante la limitazione.*

*A fianco*

*Le aree complessivamente interessate dall'elemento di pericolosità descritto (a)*

### *Indicazioni generali*

La presenza di una falda idrica a modesta profondità implica problemi di interferenza con eventuali strutture e rischio di alterazione quali – quantitativa della falda stessa; inoltre determina condizioni sostanzialmente inadatte alle pratiche della dispersione nel suolo/sottosuolo di acque meteoriche e, quando autorizzati, di reflui domestici e assimilati. Gli accorgimenti da adottare devono garantire la stabilità delle strutture in progetto e la salvaguardia della falda intesa come risorsa ambientale. Sono ammessi tutti gli interventi di modifica alla destinazione d'uso del suolo, preceduti da approfondimenti di indagine volti a definire e circoscrivere le problematiche presenti.

### *Prescrizioni*

Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 2, le indagini, da effettuarsi secondo quanto indicato per la Classe 1, dovranno comprendere approfondimenti volti alla verifica locale della profondità della falda e delle sue oscillazioni stagionali misurabili e/o prevedibili secondo le tendenze evolutive in atto o deducibili da dati osservativi precedenti.

Per interventi edilizi significativi la soggiacenza dovrà essere misurata e monitorata per un tempo significativo (almeno un anno).

Per ogni intervento sarà necessario verificare la sua ricaduta sull'acquifero sottostante. In particolare sarà necessario adottare sistemi che impediscano l'infiltrazione nel terreno di sostanze inquinanti, pur garantendo l'alimentazione degli acquiferi.

Serbatoi e cisterne interrati dovranno prevedere sistemi di sicurezza quali doppie camere. Le nuove fognature dovranno essere progettate e costruite con tubazione doppia, o soluzioni tecniche equivalenti, per evitare perdite e contaminazioni della falda.

Per gli interventi che interessano l'acquifero, dovranno essere indicati gli accorgimenti messi in atto per la protezione delle strutture, sia in fase di cantiere che ad opera conclusa, oltre agli accorgimenti individuati per evitare la contaminazione della falda.

Nell'area dell'ex Zona I del Dugale Robecco, ora svincolata perché priva di attribuzione di pericolosità idraulica, permane un "rischio residuo" connesso alla eventuale riduzione di funzionalità dello Scolmatore Quistra e, in generale, delle opere realizzate per la mitigazione degli

afflussi idrici da nord. Per questo motivo per ogni tipo di intervento trasformativo che sia destinato a produrre occupazione di suolo libero o a modificare significativamente la morfologia dei luoghi sarà necessario produrre una relazione geologica dettagliata relativa allo stato dei luoghi e alla storia degli eventi intercorsi a partire dalla data di declassamento delle aree, e allo stato di funzionalità delle opere che garantiscono la minimizzazione del rischio idraulico nell'area, che ne verifichi lo stato di manutenzione.

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 2, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

**Sottoclasse 2.2: aree urbane con scavi e riporti storici di spessore plurimetrico e natura non precisata e/o forte alterazione dei terreni**



*Descrizione*

Comprende le aree di urbanizzazione storica del centro città e quelle di trasformazione industriale recente in cui sono state riconosciute situazioni di aggradazione sistematica della superficie morfologica naturale e/o di alterazione spinta dei terreni. E' rappresentata da 4 poligoni posti in corrispondenza del nucleo storico cittadino e del terrazzo "Arvedi", per un totale di 207 Ha; inoltre comprende aree con caratteristiche analoghe individuate con la lettera "i" tra i poligoni delle sottoclassi **3.1, 3.2, 3.4, 3.7, 3.8, 3.11, 4.1, e 4.2**, ubicati attorno al nucleo storico e nel fondovalle del Po tra l'area Arvedi e il quartiere Po, comprensive cioè di tutte le grandi aree a destinazione produttiva (750 Ha circa)

*sopra: le aree della Sottoclasse 2.2*

*sotto: le aree complessivamente interessate dall'elemento di pericolosità descritto (i)*

*Indicazioni generali*

Data la presenza di spessori significativi di materiale di riporto, eventuali fondazioni potrebbero essere confinate nel materiale non naturale. Per le aree industriali (es. Tamoil), dove il problema è

legato sia ad opere di fondazione e movimentazione di volumi, sia alla alterazione qualitativa dei terreni, si pone il problema della verifica dello stato ambientale dei luoghi.

Non sono presenti limitazioni significative alla destinazione d'uso,

#### *Prescrizioni*

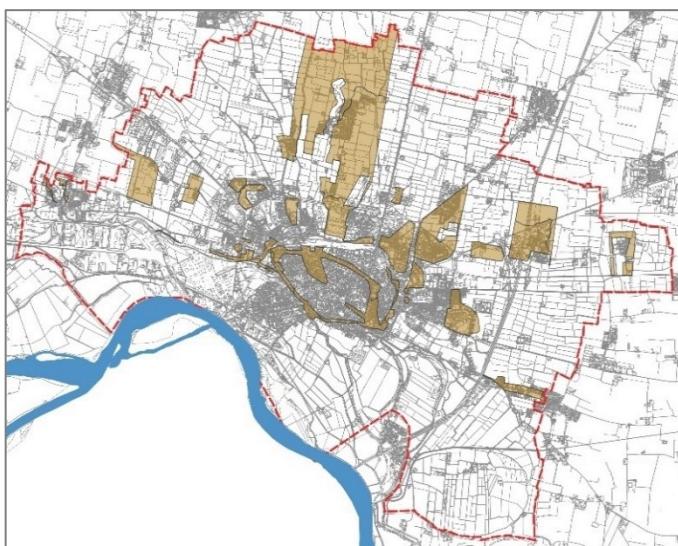
Fermo restando quanto previsto per la Classe di fattibilità **1**, si raccomanda la verifica puntuale della situazione geotecnica e delle interazioni tra intervento e substrato e, per interventi in aree di recente e nuova urbanizzazione, con o senza la modifica della destinazione d'uso, la verifica della qualità dei terreni anche nei casi in cui l'intervento interessi aree non produttive, secondo quanto prevede la normativa vigente e quanto ricordato al punto "Altre prescrizioni" della Classe di Fattibilità **1**.

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 2, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

### **Classe 3: fattibilità con consistenti limitazioni**

Zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'uso a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa (vedere testo integrale Punto 3.1.3 Parte I d.g.r. 9/2616/2011).

**Sottoclasse 3.1: aree esondabili o allagabili a pericolosità idraulica "media o moderata" (H1-H2), originata da reticolo idrico secondario di pianura, di tipo "consortile"**



#### *Descrizione*

La sottoclasse è composta da molti (41) poligoni, anche molto piccoli per un totale di poco più di 1000 ettari, pari a circa il 14,4 % del territorio comunale, quasi interamente appartenenti al Piano Terrazzato della Pianura. Il 62% della superficie dell'unità è rappresentata dalle aree agricole a nord della città e dell'abitato di Boschetto, tra Naviglio Civico e Cavo Robecco. Aree ampie, inserite in 3.1, sono a sud di San Predengo, a San felice e San Savino, e lungo la SP83. Altre ancora seguono i percorsi della Fossa Civica, della Fossetta e della Cremonella, attorno al centro città; oltre ad un tratto del Morbasco a sud-ovest del centro e a Cava Tigozzi, affiancate alla valle.

Specifica “a”: falda idrica tra 3 e 5 m dalla superficie

Specifica “b”: falda idrica entro 3 m dalla superficie

Specifica “c”: substrati a caratteri geotecnici scadenti e probabile presenza di sedimenti organici

Specifica “d”: riempimenti o riporti di natura e/o caratteri litotecnici non noti

Specifica “i”: aree urbane con scavi e riporti storici di spessore plurimetrico e natura non precisata e/o forte alterazione dei terreni

### *Indicazioni generali*

Si tratta della categoria di fattibilità geologica di maggiore estensione sul territorio comunale (14,4 %), insieme alla 3.7, che però interessa ambiti di valle, e la più rappresentativa nell’ambito della pianura. Si caratterizza per gli episodi di allagamento diffuso durante rari eventi pluviometrici eccezionali, causati dalle insufficienze della rete artificiale della bonifica e delle reti artificiali di drenaggio e collettamento, comprese le difficoltà di scolo delle superfici agricole. La modesta soggiacenza freatica non favorisce l’infiltrazione e limita fortemente la possibilità di dispersione idrica nel suolo/sottosuolo anche in condizioni ordinarie.

Sono aree esterne alle Zone I, assegnate allo scenario P2/M del PGRA e classificate nel campo della pericolosità idraulica “media o moderata” H1-H2 secondo l’All.4 dgr 2616/2011. Il rischio idraulico rientra nelle categorie R1 e R2, ed R2 secondo lo schema PGRA.

La valutazione di pericolosità, e soprattutto l’estensione delle aree sono tuttora cautelative, poiché sono documentati uno o pochi eventi di allagamento reale.

In queste aree, allo stato attuale, sono ammessi tutti gli interventi, previa adeguata verifica dello stato di fatto e della disponibilità di dati sufficienti alla progettazione delle opere con criteri di sicurezza.

### *Prescrizioni*

Fermo restando quanto previsto per la Classe di fattibilità 1, le trasformazioni da effettuarsi in questa sottoclasse di fattibilità dovranno prevedere approfondimenti basati sul livello di pericolosità attuale dell’area. Le richieste di intervento edilizio o trasformazione di qualunque tipo, oltre alla documentazione geologica e tecnica già prevista dalla normativa, dovranno essere integrate da una esaustiva relazione tecnica, firmata da un geologo o ingegnere idraulico, che descriva lo stato di efficienza delle opere di mitigazione del rischio che garantiscono i modesti livelli attuali di pericolosità delle aree. La stessa relazione dovrà dimostrare che sussistono dati e informazioni di tipo idraulico/idrologico sufficienti alla progettazione delle misure cautelative e mitigative del rischio esistente, quali quelle più oltre elencate.

In caso contrario, è richiesta la esecuzione della verifica di compatibilità idraulica dell’intervento previsto, effettuata da tecnico abilitato ai sensi dell’Allegato 4 alla d.g.r. 9/2616/2011, nonché la verifica delle ricadute generate dal nuovo intervento sui territori limitrofi

Possono essere esclusi dalle verifiche gli interventi che non comportano occupazione di volumi esondabili, che non creano modificazioni al regime idraulico nell’area allagabile e non determinano aumento del carico insediativo. In questi casi gli interventi devono essere accompagnati da una asseverazione del progettista che attesti le condizioni di esclusione.

Il soggetto attuatore è comunque tenuto a sottoscrivere un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità della Amministrazione Pubblica in ordine agli eventuali futuri danni derivanti dal dissesto segnalato.

Gli insediamenti di importanza strategica (definiti ai sensi del d.d.u.o. n. 19904/03) dovranno in ogni caso essere assoggettati, in caso di nuova costruzione o ristrutturazione edilizia, a valutazione della compatibilità idraulica da effettuarsi secondo l'Allegato 4 alla d.g.r. 9/2616/2011.

In generale, in ogni intervento, come da d.g.r. 6738/2017 Punto 3.3.3.:

- è vietata la realizzazione di piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi;
- nei piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi, dimensionati sulla base degli esiti dello studio di compatibilità idraulica, è vietato un uso che preveda la presenza continuativa di persone;
- è necessario progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo, ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti

Tutti gli interventi ammessi dovranno essere progettati considerando misure e accorgimenti atti alla mitigazione del rischio idraulico, facendo riferimento a quanto presente nell'All.4 alla d.g.r. 2616/2011 e al Punto 3.5.3 della d.g.r. 6738/2017.

Elenco degli "accorgimenti edilizi" **consigliati** (d.g.r. 6738 punto 3.5.3):

- *pareti perimetrali, pavimenti e solette realizzati a tenuta d'acqua;*
- *presenza di scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;*
- *impianti elettrici realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento anche in caso di allagamento;*
- *aperture con sistemi di chiusura a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;*
- *rampe di accesso provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc.) per impedire l'accesso all'acqua;*
- *sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica*

"Elenco di accorgimenti e misure per le aree soggette a rischio idraulico"

(Allegato 4 alla d.g.r. 2616/2011)

*Misure per evitare il danneggiamento dei beni e delle strutture:*

- *realizzare le superfici abitabili, le aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiali sopraelevate rispetto al livello della piena di riferimento, evitando in particolare la realizzazione di piani interrati*
- *realizzare le aperture degli edifici poste sotto il livello di piena di riferimento a tenuta stagna; disporre gli ingressi in modo che non siano perpendicolari al flusso principale della corrente*
- *progettare la viabilità minore interna e la disposizione dei fabbricati così da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso di scorrimento delle acque, che potrebbero indurre la creazione di canali di scorrimento a forte velocità*

- progettare la disposizione dei fabbricati in modo da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla corrente principale
- favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo

*Misure atte a garantire la stabilità delle fondazioni*

- opere drenanti per evitare le sottopressioni idrostatiche dei terreni di fondazione
- opere di difesa per evitare i fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali
- fondazioni profonde per limitare i fenomeni di cedimento o rigonfiamento di suoli coesivi

*Misure per facilitare l'evacuazione di persone e beni in caso di inondazione*

- uscite di sicurezza situate sopra il livello della piena centennale aventi dimensioni sufficienti per l'evacuazione di persone e beni verso l'esterno o verso i piani superiori
- vie di evacuazione situate sopra il livello della piena di riferimento

*Utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che permettano alle strutture di resistere alle pressioni idrodinamiche*

*Utilizzo di materiali per costruzioni poco danneggiabili al contatto con l'acqua*

Contestualmente alla progettazione finalizzata alla mitigazione del rischio idraulico persistente, si avvia l'iter di progetto che si sviluppa secondo le disposizioni e le procedure previste dal r.r.7/2017 nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica.

Lo "Studio comunale di gestione del rischio idraulico" può stabilire parametri diversi e/o più restrittivi di quelli del regolamento regionale per le aree a maggior rischio di allagamento e maggiori difficoltà di sgrondo delle acque superficiali, nonché indirizzi progettuali specifici e indicazioni riguardo alla gestione dell'invarianza idraulica.

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 3, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

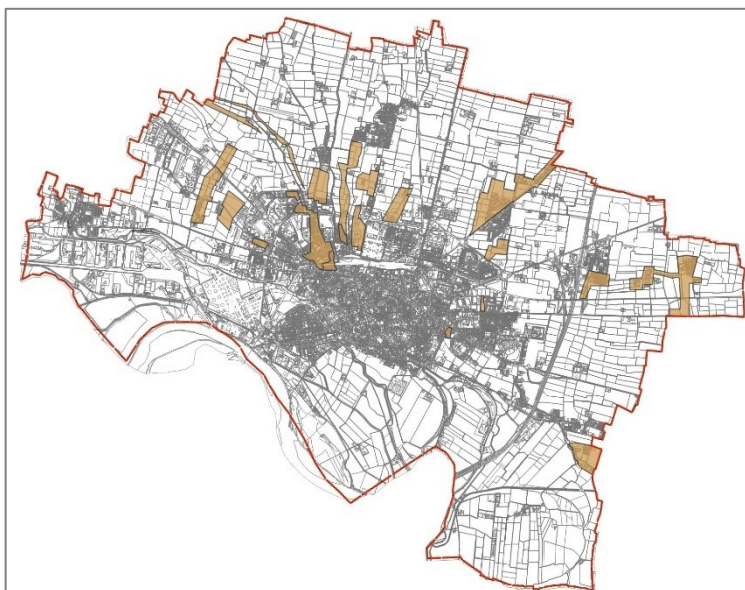
*Ulteriori prescrizioni*

Le aree con livello di rischio compatibile con nuovi interventi di urbanizzazione sono da assoggettare anche ad ulteriori verifiche in funzione degli elementi secondari di vulnerabilità presenti.

Le aree individuate con le specifiche "a" e "b" dovranno essere assoggettate a misure di controllo della falda e gli interventi previsti dovranno anche attenersi, rispettivamente, alle prescrizioni delle sottoclassi **2.1** e **3.3**.

Le zone di specifiche "i", "c" e "d" dovranno considerare, rispettivamente, anche le prescrizioni delle sottoclassi **2.2**, **3.4** e **3.5**.

**Sottoclasse 3.2: aree esondabili o allagabili a pericolosità idraulica “elevata o molto elevata” H3-H4, originata da Reticolo idrico Secondario di Pianura di tipo “consortile”**



*Descrizione*

La sottoclasse comprende molte superfici (23 poligoni) di medie e piccole dimensioni, distribuite da ovest ad est, da San Pedrengo a San Savino, nella pianura subito a monte della città e in parte nel tessuto urbano.

Una area ulteriore si trova al bordo sud-est della pianura, presso il confine di Bonemerse.

Complessivamente sono occupati 346 ettari di territorio del Comune, per il 4,9% circa

Specifica “a”:	falda idrica tra 3 e 5/7 m dalla superficie
Specifica “b”:	falda idrica entro 3 m dalla superficie
Specifica “c”:	substrati a caratteri geotecnici scadenti e probabile presenza di sedimenti organici
Specifica “i”:	aree urbane con scavi e riporti storici di spessore plurimetrico e natura non precisata e/o forte alterazione dei terreni

*Indicazioni generali*

Queste aree identificano le porzioni di pianura, esterne alle fasce a “rischio idrogeologico molto elevato” (Zone I), per le quali è stata valutata una pericolosità idraulica H3 o H4 (elevata o molto elevata), secondo l’All.4 d.g.r.2616/2011. Sono aree che per circa la metà risultano attribuite a pericolosità P2/M del PGRA e per l’altra metà a pericolosità maggiori, P3/H. La migliore definizione delle pericolosità ha anche determinato la modifica di alcuni poligoni PGRA – P3/H e la aggiunta di nuove aree.

Dove le aree della sottoclasse, di pericolosità H3 o H4, rimangono comprese all’interno degli ambiti edificati (costruito e pertinenze), si determinano condizioni di rischio idraulico elevato R4, indicato come R3, valore massimo, se valutato con lo schema interpretativo del PGRA.

Limitazioni compresenti diffuse sono rappresentate dalla scarsa profondità della falda freatica, anche a meno di 3 metri da piano campagna, e in subordine da falda idrica a profondità di poco superiore, substrati a caratteri geotecnici scadenti e presenza di aree a forte alterazione storica dei terreni.

In queste aree, allo stato attuale, sono ammessi tutti gli interventi, previa verifica, da effettuare prima della progettazione, del reale livello di rischio idraulico esistente e dell’impatto che

l'intervento comporterà sulla situazione pregressa. **L'ammissibilità degli interventi è dunque, in questo caso, condizionata dall'esito delle verifiche obbligatorie.**

Sono esclusi dalle verifiche gli interventi che non comportano occupazione di volumi esondabili, che non creano modificazioni al regime idraulico nell'area allagabile e non determinano aumento del carico insediativo. In questi casi gli interventi devono essere accompagnati da una asseverazione del progettista che attesti le condizioni di esclusione.

Il soggetto attuatore è comunque tenuto a sottoscrivere un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità della Amministrazione Pubblica in ordine agli eventuali futuri danni derivanti dal dissesto segnalato.

Nelle sopracitate porzioni di area della sottoclasse incluse nei perimetri degli ambiti ed aree sparse edificati (vedere Tav.7 PAI-PGRA e Tav.8 Sintesi), a rischio idraulico massimo R4, il Comune è tenuto a valutare le condizioni di pericolosità e rischio alla scala locale con le metodologie dell'All.4 alla dgr 2616/2011, eventualmente validando ed esplicitando in adeguato dettaglio gli esiti della valutazione di pericolosità a scala comunale realizzata per lo ScGRI (dgr 6738/2017 Punto 4).

#### *Prescrizioni*

Le aree inserite in questa sottoclasse dovranno essere assoggettate, precedentemente alla fase di progettazione, alla verifica a dettaglio adeguato della reale consistenza del rischio individuato per la sottoclasse, tenendo in considerazione dati ed elaborazioni già eventualmente utilizzati per la stima della pericolosità idraulica del territorio comunale presente nello ScGRI 2023, attraverso:

- ✓ la ricognizione dello stato di efficienza degli interventi di messa in sicurezza del reticolo idrografico e del sistema fognario effettuati dal Comune, dagli enti gestori delle reti di servizi o dal Consorzio di Bonifica e l'individuazione degli eventuali benefici apportati sull'area interessata
- ✓ la verifica della compatibilità idraulica dell'intervento previsto effettuata ai sensi dell'Allegato 4 alla d.g.r. 9/2616/2011, nonché la verifica delle ricadute generate dal nuovo intervento sui territori limitrofi

Gli esiti di tale verifica, le misure per il contenimento del rischio e le proposte progettuali, in caso di conferma di Pericolosità idraulica molto elevata, Danno potenziale grave o Rischio idraulico R4, sono oggetto di valutazione da parte del Comune che potrà eventualmente considerare incompatibili gli interventi con lo stato di rischio. In questi casi le indicazioni generali da seguire sono quelle previste per la Classe di fattibilità geologica 4. In quest'ultima situazione, risultano comunque ammissibili le infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico non altrimenti localizzabili (si rimanda alle norme specifiche della Classe 4)

Successivamente alla verifica del rischio idraulico, solo per gli interventi compatibili con il rischio presente e in funzione del grado di rischio localmente riscontrato, dovranno essere previsti e adottati accorgimenti costruttivi e misure di mitigazione del rischio che impediscano danni a cose e persone e/o che consentano l'immediata e sicura evacuazione da parte di persone e beni mobili.

In ogni caso, come da d.g.r. 6738/2017 Punto 3.3.3.:

- è vietata la realizzazione di piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi;

- nei piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi, dimensionati sulla base degli esiti dello studio di compatibilità idraulica, è vietato un uso che preveda la presenza continuativa di persone;
- è necessario progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo, ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti

Riguardo agli accorgimenti edilizi e alle misure mitigative del rischio idraulico applicabili alle opere progettate si fa riferimento a quanto proposto nell'All.4 alla d.g.r. 2616/2011 e al Punto 3.5.3 della d.g.r. 6738/2017 (prescrizioni dettagliate nella precedente Sottoclasse **3.1**).

Nel caso di esito positivo delle verifiche di compatibilità idraulica, e contestualmente alla progettazione finalizzata alla mitigazione del rischio idraulico persistente, si avvia anche l'iter di progetto che si sviluppa secondo le disposizioni e le procedure previste dal r.r.7/2017 nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica.

Lo "Studio comunale di Gestione del Rischio Idraulico (ScGRI)" può stabilire parametri diversi e/o più restrittivi di quelli del regolamento regionale per le aree a maggior rischio di allagamento e maggiori difficoltà di sgrondo delle acque superficiali, nonché indirizzi progettuali specifici e indicazione riguardo alla gestione dell'invarianza idraulica.

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 3, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

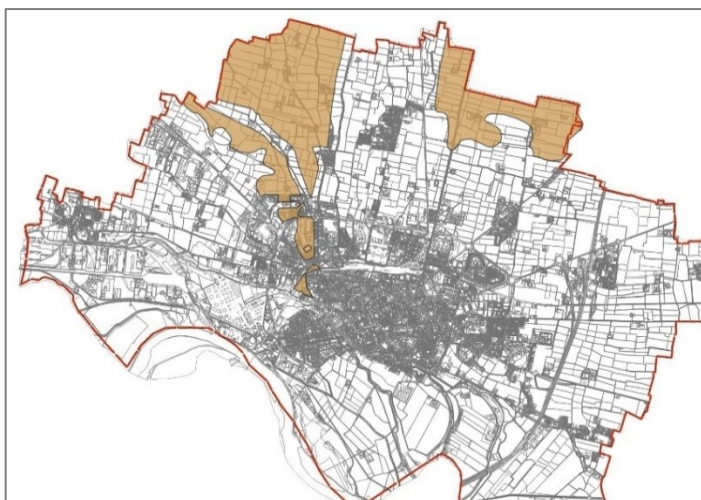
#### *Ulteriori prescrizioni*

Le aree con livello di rischio compatibile con nuovi interventi di urbanizzazione sono da assoggettare anche ad ulteriori verifiche in funzione degli elementi secondari di vulnerabilità presenti.

Le aree individuate con le specifiche "a" e "b" dovranno essere assoggettate a misure di controllo della falda e gli interventi previsti dovranno anche attenersi, rispettivamente, alle prescrizioni delle sottoclassi **2.1** e **3.3**.

Le zone di specifiche "i" e "c" dovranno considerare, rispettivamente, anche le prescrizioni delle sottoclassi **2.2** e **3.4**

### Sottoclasse 3.3: aree con falda prossima alla superficie (entro 3 m da piano campagna)



#### *Descrizione*

Vengono individuate due grosse aree a nord del territorio comunale, rispettivamente verso Castelveverde e Pozzaglio, e una altra importante fascia di territorio che si dispone a destra della Roggia Cavo fino a dentro la città tra l'Itis Toriani, la via Bergamo e la via Milano ed oltre, fino quasi al Morbasco (6 poligoni per un totale di 735 Ha circa). Aree con identiche caratteristiche ricadono anche in sottoclassi definite secondo parametri di pericolosità/vulnerabilità di pari o più alta classe di fattibilità e coprono una consistente superficie del territorio comunale (2056 Ha)

Specifica "a": falda idrica tra 3 e 5/7 m dalla superficie (soggiacenza più variabile)  
Specifica "d": riempimenti o riporti di natura e/o caratteri litotecnici non noti

#### *Indicazioni generali*

Si tratta di aree con falda freatica subaffiorante o poco profonda, contenuta generalmente entro i primi 3-4 m di terreno; tale situazione comporta problemi di interferenza tra le strutture e le opere antropiche e la falda stessa. I terreni sono sostanzialmente inadatti alla dispersione idrica nel suolo/sottosuolo.

Si ritengono compatibili con tutte le modifiche di uso del suolo, previo approfondimento delle problematiche specifiche.

#### *Prescrizioni*

Ferme restando le indicazioni generali della Classe 3, le indagini e le valutazioni dovranno prevedere la verifica puntuale della profondità della falda, con misure dirette della stessa da incrementare nei periodi di massima escursione positiva. La relazione geologico tecnica dovrà fornire indicazioni in merito alle scelte progettuali relative a sistemi di drenaggio, stabilità dei fronti di scavo, necessità di impermeabilizzazione delle strutture e altri eventuali accorgimenti da mettere in atto per la salvaguardia delle strutture e della stessa risorsa idrica. In particolare dovranno essere utilizzati per le strutture definitive e per le fasi di cantiere materiali e tecniche che garantiscano la salvaguardia qualitativa e quantitativa della falda stessa.

Serbatoi e cisterne interrati e qualsiasi punto di potenziale contaminazione della risorsa dovranno prevedere sistemi di sicurezza quali ad esempio doppie camere. Le nuove fognature dovranno essere progettate e costruite con tubazione doppia, o accorgimenti costruttivi equipollenti, per evitare perdite e contaminazioni della falda.

Inoltre, trattandosi di aree idrogeologicamente vulnerabili, gli eventuali riempimenti e terrapieni dovranno essere progettati e realizzati esclusivamente con terreni naturali, rispondenti alle caratteristiche chimiche di Colonna A di tabella 1 d.lgs. 152/2006 e identificabili merceologicamente con il codice CER 17.05.04 (Terre e rocce da scavo) anche in siti produttivi, al fine di garantire la non contaminazione della risorsa idrica.

I progetti che prevedano formazione di scarichi idrici meteorici, nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica e secondo le indicazioni dello ScGRI, dovranno considerare la scarsa o nulla capacità di dispersione idrica nel suolo/sottosuolo.

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 3, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

#### *Ulteriori prescrizioni*

Le aree indicate con specifica "d" devono prevedere anche le verifiche e gli interventi previsti per la sottoclasse di fattibilità 3.5.

**Sottoclasse 3.4: zone con substrati a caratteri geotecnici scadenti. Zone con probabile presenza di materiale argilloso e/o organico nel sottosuolo; drenaggio incerto**



#### *Descrizione*

Sono identificate nella sottoclasse le sole aree a substrati geotecnici "scadenti" che si trovano sul livello della pianura e che sono identificate con le superfici del ripiano ribassato di Porta Mosa, appena a sud-est del centro cittadino e del quartiere Novati. La sottoclasse è rappresentata da tre poligoni per una superficie di circa 42 ettari, tutti in ambito urbano.

Specifica "b": falda idrica entro 3 m dalla superficie

Specifica "i": aree urbane con scavi e riporti storici di spessore plurimetrico e natura non precisata e/o forte alterazione dei terreni

#### *Indicazioni generali*

Si tratta di aree che presentano caratteri geotecnici del sottosuolo scadenti o pessimi, e/o comunque influenzati dalla presenza diffusa di materiali organici, materiali fini e sensibile umidità, oltre a falda con ridotta soggiacenza.

Sono in genere compatibili con tutte le modifiche d'uso del suolo, previo approfondimento delle problematiche specifiche.

### *Prescrizioni*

Fermo restando quanto previsto per la Classe di Fattibilità geologica 3, gli approfondimenti di indagine devono valutare localmente la natura e i caratteri litotecnici dei materiali del substrato geologico, fornendo precise e puntuali informazioni finalizzate al dimensionamento delle strutture. L'indagine e la successiva relazione illustrativa dovranno fornire indicazioni in merito alla possibilità di cedimenti anche differenziali, all'eventuale interferenza con la falda, nonché alla scelta del tipo di fondazioni più adatto, considerata la attesa, scarsa o variabile capacità portante dei terreni.

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 3, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

### *Ulteriori prescrizioni*

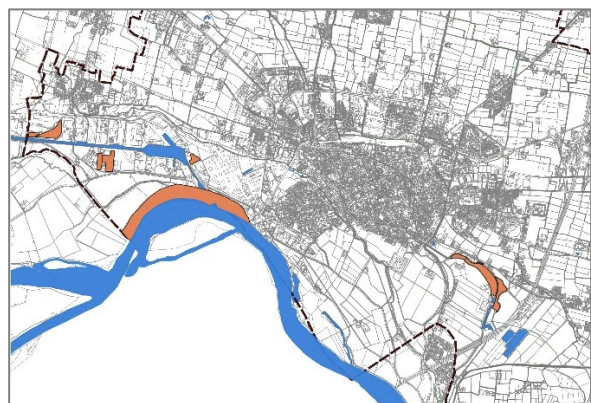
Nell'ambito della sottoclasse 3.4, nelle aree definite con la specifica "b" si dovranno approfondire anche le verifiche relative alla presenza di acqua di falda a scarsa profondità, secondo le prescrizioni della sottoclasse 3.3., anche in relazione alla modesta o nulla capacità di assorbimento di scarichi idrici. Nelle aree indicate con la specifica "i" le indagini e le verifiche dovranno tenere in considerazione quanto previsto per la sottoclasse 2.2.

**Sottoclasse 3.5: aree con riempimenti o riporti di natura o caratteri litotecnici non noti, e falda mediamente compresa nei primi 5 m da p.c.**



### *Descrizione*

In totale si individuano 7 poligoni per complessivi 25 Ha circa. Altre aree con problematiche analoghe ricadono in classe di fattibilità maggiore (4) o all'interno della sottoclasse 3.7 (figura sotto). Si veda nel paragrafo 8.5 del precedente Capitolo 8 "Sintesi degli elementi di vulnerabilità/pericolosità"



Specifica “e”: aree a tergo del sistema arginale del Po, in gran parte ricadenti in fascia C del PAI, potenzialmente allagabili in caso di eventi eccezionali.

#### *Indicazioni generali*

La sottoclasse comprende sia le discariche controllate sottoposte al monitoraggio provinciale o di altri soggetti, sia alcune situazioni di minor estensione areale costituite da accumuli o riempimenti di materiale di natura e origine non nota, utilizzato con lo scopo di riempire o colmare depressioni o scavi oppure di creare terrapieni di quota maggiore rispetto al piano campagna.

Le discariche cartografate sono:

la discarica Arvedi, la discarica RSU/inerti di S. Rocco, la discarica Bastida, la discarica Ecosteel, la discarica Porto Canale.

Con l'esclusione delle aree Arvedi e S. Rocco, la carta di Fattibilità inserisce le discariche e la gran parte delle aree di accumulo e/o riempimento in categorie “specifiche” di altre sottoclassi di fattibilità di classe 3 o 4, a causa della presenza di ulteriori fattori di rischio ritenuti di maggior importanza per la definizione della pericolosità/vulnerabilità dei siti, rispetto a quelli base della sottoclasse. Anche in questi casi le norme e la tavola di fattibilità geologica riportano espressamente il riferimento alle prescrizioni della presente sottoclasse 3.5 di fattibilità geologica.

La problematica propria di queste aree è relativa alla presenza di materiali con caratteristiche merceologiche non sempre ben conosciute, aventi grado di compattazione e parametri fisici e geotecnici non noti o non certi.

Nel caso di piccoli riempimenti e terrapieni, si ricorda che solo recentemente la normativa ha codificato la tipologia di materiale che può essere utilizzata per tali scopi (d.lgs. 152/2006, art 186 e succ.). È quindi possibile che precedentemente al 2006 alcuni interventi siano stati effettuati con materiale attualmente considerabile non più idoneo. Inoltre non sono da escludere casi di abuso con utilizzo non autorizzato di materiale non adatto.

La variazione di destinazione d'uso di queste aree deve essere subordinata alla verifica delle caratteristiche chimico – fisiche e geotecniche dei materiali presenti, considerando eventualmente la possibilità di intervenire attraverso la bonifica/messa in sicurezza del sito.

Sono in genere compatibili con tutte le modifiche d'uso del suolo, previo approfondimento delle problematiche specifiche.

#### *Prescrizioni*

Fermo restando quanto previsto per la Classe di fattibilità 3, i supplementi di indagine per le aree attribuibili alla sottoclasse 3.5 devono prevedere, qualora il materiale presente non sia noto con certezza e in tutti i casi previsti dalla normativa, indagini e/o ricerche per l'individuazione del materiale di riempimento, da effettuarsi anche attraverso il prelievo e l'analisi di campioni di terreno e/o di acque.

Le analisi dovranno prevedere anche, a seconda della problematica presente nel sito, accertamenti della qualità ambientale con riferimento ai limiti indicati in Tabella 1 (terreni) e 2 (acque) dell'Allegato 5 al Titolo 5, Parte IV del d.lgs 152/2006, oltre alle analisi di classificazione dell'eventuale rifiuto presente (test di cessione, test sul tal quale, ecc.).

Gli interventi ammessi in questa sottoclasse comprendono, qualora necessario, le operazioni di bonifica, rimozione rifiuti o messa in sicurezza del sito, da effettuarsi secondo le indicazioni normative vigenti (parte IV d.lgs. 152/2006) e in accordo con gli Enti preposti al controllo e gestione di queste situazioni.

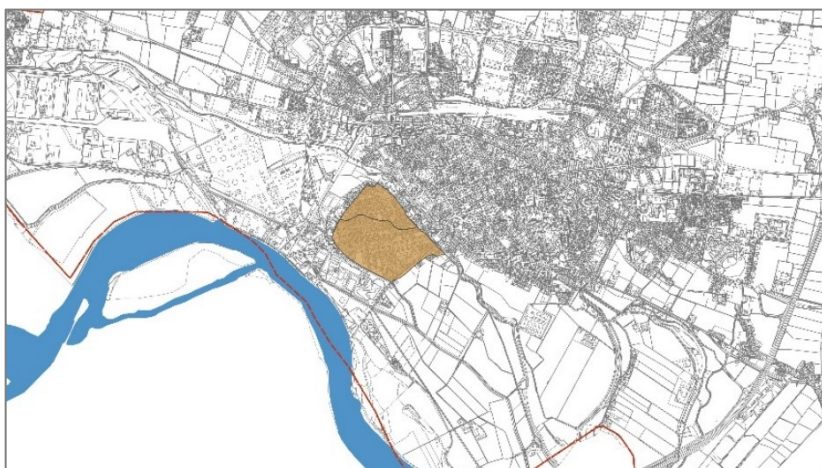
Qualora gli interventi interessino il materiale di riporto/riempimento, gli approfondimenti di indagine dovranno prevedere indagini geologico tecniche mirate alla individuazione puntuale dei parametri necessari alla definizione progettuale delle strutture da insediare. La scelta di tipo, numero e ubicazione delle indagini dovrà considerare la presenza di materiale non naturale o comunque non depositato naturalmente.

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 3, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

#### *Ulteriori prescrizioni*

Nelle aree individuate con il suffisso "e" (potenzialmente allagabili in caso di eventi alluvionali eccezionali) è opportuno che le scelte di modifica dell'uso del suolo siano valutate considerando il lieve rischio di esondazione residuo in esse presente. In questi casi si rimanda pertanto alle prescrizioni delle sottoclassi **3.7** e **3.8**.

**Sottoclasse 3.6: Aree a tergo del sistema arginale, attualmente non inserite nella Fascia C PAI e/o nello Scenario "alluvioni rare" del PGRA, allagabili in caso di eventi eccezionali**



#### *Descrizione*

Aree urbane del Quartiere Po, in ambito vallivo, a meno di 500 m dal corso fluviale attuale e a fianco del T. Morbasco, collocate a tergo dell'argine maestro ed escluse dalla fascia C del PAI. E' rappresentata da due poligoni affiancati, di 68 ettari circa di superficie totale

Specifica "a": falda idrica tra 3 e 5/7 m dalla superficie (soggiacenza più variabile)

#### *Indicazioni generali*

Le aree del Quartiere Po sono considerate separatamente dalle altre del fondovalle non per le loro caratteristiche geo-idrologiche, ma per la loro esclusione dall'area C PAI e dagli scenari PGRA. Si tratta, comunque, di una situazione certamente soggetta al rischio idraulico complessivo determinato da eventi assolutamente eccezionali connessi a fenomeni di rottura e tracimazione

arginale. Inoltre le aree sono affiancate a nord dal Morbasco e dalla sua Zona “ad elevato rischio idrogeologico”, e verso il Po, dall’area sportiva del Parco al Po a pericolosità idraulica molto elevata. La parte più interna delle aree risente anche delle limitazioni per ridotta soggiacenza freatica, anche in relazione alla possibilità di oscillazione sensibile della falda, coerentemente con i livelli idrometrici del fiume.

Sono ammessi gli interventi di trasformazione con le precauzioni e le valutazioni indicate.

#### *Prescrizioni*

In queste aree di fondovalle, recuperate alla urbanizzazione, ma già occupate da paleopercorsi fluviali e da aree idriche da questi abbandonate, occorre tenere conto della forte variabilità e inconsistenza locale dei substrati. E’ richiesta la verifica puntuale della situazione geotecnica in ciascun sito di intervento, valutando le interazioni tra intervento e substrato e la influenza determinata dall’acqua nel terreno, soggetta a oscillazioni sensibili, anche in relazione alle variazioni di regime fluviale. Considerata la natura dei terreni, certamente modificati da operazioni di colmata e da riporti, è necessaria, con o senza la modifica della destinazione d’uso, la verifica della qualità dei terreni anche nei casi in cui l’intervento interessi aree non produttive, secondo quanto prevede la normativa vigente e quanto previsto al punto “Altre prescrizioni” della Classe di Fattibilità 1.

Tutti i terreni sono da ritenere inadatti alla dispersione idrica nel suolo/sottosuolo, come indicato dallo Studio comunale di gestione del Rischio Idraulico (ScGRI). La installazione di impianti con questo scopo deve essere valutata attentamente, disponendo di prolungate serie di misure piezometriche e verifiche in sito della permeabilità dei terreni.

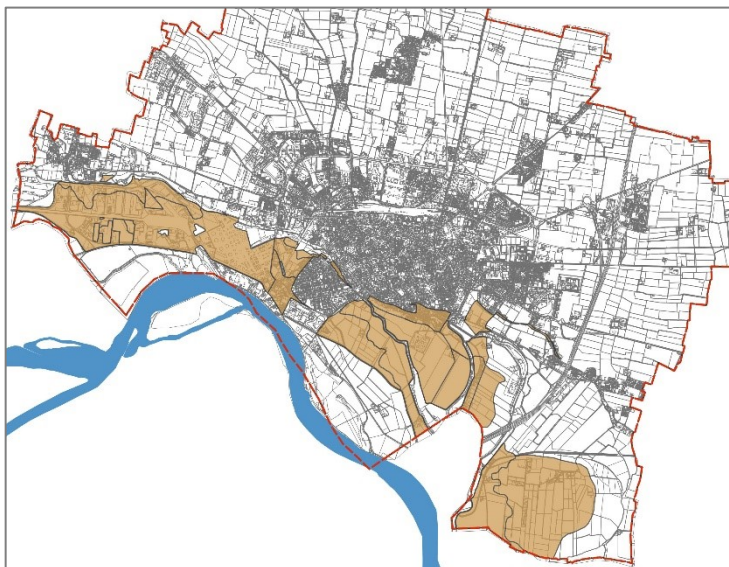
**Nell’ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 3, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le “Indicazioni e prescrizioni generali” descritte per la Classe 1**

#### *Ulteriori prescrizioni*

Parte delle aree è da assoggettare anche ad ulteriori verifiche in funzione degli elementi secondari di vulnerabilità presenti.

In particolare nell’area individuata con la specifica “a” si dovranno eseguire misure di controllo della falda e gli interventi previsti dovranno anche attenersi alle prescrizioni della sottoclasse **2.1**.

**Sottoclasse 3.7: Aree a tergo del sistema arginale, in gran parte ricadenti in fascia C del PAI e/o negli Scenari del PGRA “alluvioni poco frequenti” (Reticolo Secondario Pianura) o “alluvioni rare” (Reticolo Principale), a pericolosità idraulica “media o moderata”**



*Descrizione*

Sono comprese la gran parte delle superfici agricole e le aree industriali del fondovalle, per un totale di 29 poligoni e ben 1034 ettari di superficie, che sono pari a quasi il 15% del totale comunale. Sono escluse le aree inondabili di fascia A e B del PAI e le porzioni più orientali della valle. La vulnerabilità è qui determinata dalla possibilità di esondazione durante eventi eccezionali per sormonto o rottura arginale.

Alle aree di Fascia C del PAI/Aree L del PGRA si sovrappongono aree inondabili da Reticolo Secondario di Pianura.

Specifica “a”: falda idrica tra 3 e 5 m dalla superficie

Specifica “b”: falda idrica entro 3 m dalla superficie

Specifica “c”: substrati a caratteri geotecnici scadenti e probabile presenza di sedimenti organici

Specifica “d”: riempimenti o riporti di natura o caratteri litotecnici non noti

Specifica “i”: aree urbane con scavi e riporti storici di spessore plurimetrico e natura non precisata e/o forte alterazione dei terreni

*Indicazioni generali*

Si tratta di aree affrancate da allagamenti periodici grazie alla costruzione del sistema storico di argini lungo il Po. Pur non essendo state interessate di recente da generalizzati episodi esondativi, permane un rischio residuo di allagamento, connesso alla probabilità di accadimento di eventi eccezionali e al non corretto mantenimento/manutenzione del sistema di difesa (Fascia C PAI e P1/L PGRA).

Alle aree della parte ovest della valle è comunque attribuita dal PGRA anche una pericolosità idraulica media (P2/M) connessa al sistema del Reticolo Secondario di Pianura (RSP), nella valle rappresentato dai corsi d’acqua Riglio, Morbasco, Cerca, Morta e Fossadone. Considerate le due origini, RP e RSP, la pericolosità secondo l’All.4 d.g.r. 2616/2011 assegna a tutta la sottoclasse il livello di pericolosità “media o moderata” (H1-H2).

Nelle aree comprese nei perimetri degli ambiti edificati, definiti allo stato attuale, il rischio idraulico risulta dunque R1-R2.

Pur essendo ammesse tutte le opere, occorre che sia verificata la effettiva necessità di intervenire in queste aree, che appartengono alla piana di divagazione fluviale e di cui sono note le debolezze strutturali del sistema arginale.

### *Prescrizioni*

Fermo restando quanto previsto per la Classe di fattibilità 1, le trasformazioni da effettuarsi in questa sottoclasse di fattibilità dovranno prevedere approfondimenti basati sul livello di pericolosità attuale dell'area, ma anche la sua origine complessa, comprensiva della possibilità che si verifichi l'evento di Tr 500a nella Fascia C del PAI.

Gli insediamenti di importanza strategica (definiti ai sensi del d.d.u.o. n. 19904/03) dovranno essere assoggettati a valutazione della compatibilità idraulica da effettuarsi secondo l'Allegato 4 alla d.g.r. 9/2616/2011.

In generale, in ogni intervento, come da d.g.r. 6738/2017 Punto 3.3.3.:

- è vietata la realizzazione di piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi;
- nei piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi, dimensionati sulla base degli esiti dello studio di compatibilità idraulica, è vietato un uso che preveda la presenza continuativa di persone;
- è necessario progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo, ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti

Tutti gli interventi ammessi dovranno essere progettati considerando misure e accorgimenti atti alla mitigazione del rischio idraulico, facendo riferimento a quanto presente nell'All.4 alla d.g.r. 2616/2011 e al Punto 3.5.3 della d.g.r. 6738/2017 (prescrizioni dettagliate nella precedente Sottoclasse **3.1**).

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 3, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

### *Ulteriori prescrizioni*

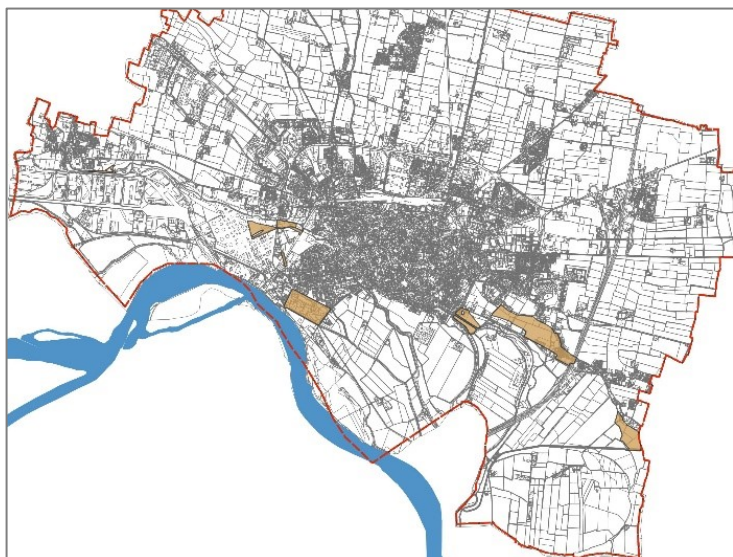
Le aree definite con le specifiche "a" e "b" dovranno approfondire anche le verifiche relative alla presenza di acqua di falda a scarsa profondità, rispettivamente secondo le prescrizioni delle sottoclassi **2.1** e **3.3**.

Tutte le aree risultano inadatte alla attivazione di sistemi di infiltrazione di acque meteoriche o scarichi civili nel suolo/sottosuolo, per la scarsa o variabile permeabilità e la modesta soggiacenza (vedere lo ScGRI). Per l'attivazione di un impianto a ciò dedicato è richiesta la presentazione di apposita documentazione comprovante la praticabilità della soluzione proposta, con dati rilevati in sito. E' richiesto anche che si attesti la non esistenza di materiali estranei nel sottosuolo del sito interessato e di fonti di inquinamento.

In particolare, le aree individuate con la specifica "i" prevedono approfondimenti su caratteri e qualità dei materiali di fondazione secondo le indicazioni della sottoclasse **2.2**

Le aree indicate con specifica "d" devono prevedere anche le verifiche e gli interventi previsti per la sottoclasse di fattibilità **3.5**.

### 3.8 Aree a tergo del sistema arginale, in genere ricadenti in fascia C del PAI e/o negli Scenari del PGRA “alluvioni poco frequenti” e “frequenti” (Reticolo Secondario Pianura) o “rare” (Reticolo Principale), a pericolosità idraulica “elevata” o “molto elevata”



#### *Descrizione*

Fanno parte di questa piccola sottounità, rappresentativa di aree allagabili del fondo valle del Po, 8 poligoni di medio-piccole dimensioni (94 ettari in totale) appartenenti al dominio vallivo e collocati in prevalenza presso il suo margine, verso Battaglione-Bagnara. Un'altra area importante corrisponde attualmente al Parco del Po, tra fiume e quartiere omonimo.

Specifica “a”: falda idrica tra 3 e 5/7 m dalla superficie

Specifica “b” falda idrica entro 3 m dalla superficie

Specifica “c” substrati a caratteri geotecnici scadenti e probabile presenza di sedimenti organici

Specifica “i” aree urbane con scavi e riporti storici di spessore plurimetrico e natura non precisata e/o forte alterazione dei terreni

#### *Indicazioni generali*

Queste aree comprendono le parti del fondovalle fluviale del Po per le quali è stata valutata, nell'ambito dello ScGRI, una pericolosità idraulica H3 o H4, secondo le metodiche dell'All.4 d.g.r.2616/2011. Sono aree già attribuite allo scenario P2/M dal PGRA, con la presenza di poche aree di pericolosità P3/H, corrispondenti a punti di allagamento localizzati.

E' presente una area di sovrapposizione tra una pericolosità H3 e un ambito edificato, che determina un rischio idraulico massimo R4 in un contesto di impianti produttivi.

Limitazioni compresenti diffuse sono rappresentate dalla scarsa profondità della falda freatica, anche a meno di 3 metri da piano campagna, e in subordine da falda idrica a profondità di poco superiore, substrati a caratteri geotecnici scadenti e presenza di aree a forte alterazione storica dei terreni.

In queste aree, allo stato attuale, sono ammessi tutti gli interventi, previa verifica, da effettuare prima della progettazione, del reale livello di rischio idraulico esistente e dell'impatto che l'intervento comporterà sulla situazione pregressa. **L'ammissibilità degli interventi è dunque, in questo caso, condizionata dall'esito delle verifiche obbligatorie.**

Sono esclusi dalle verifiche gli interventi che non comportano occupazione di volumi esondabili, che non creano modificazioni al regime idraulico nell'area allagabile e non determinano aumento del carico insediativo. In questi casi gli interventi devono essere accompagnati da una asseverazione del progettista che attesti le condizioni di esclusione.

Il soggetto attuatore è comunque tenuto a sottoscrivere un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità della Amministrazione Pubblica in ordine agli eventuali futuri danni derivanti dal dissesto segnalato.

Nell'unica porzione di area della sottoclasse inclusa in un ambito edificato, è richiesta la valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio alla scala locale con le metodologie dell'All4 alla d.g.r. 2616/2011, eventualmente validando ed esplicitando in adeguato dettaglio gli esiti della valutazione di pericolosità a scala comunale realizzata per lo ScGRI (d.g.r. 6738/2017 Punto 4).

#### *Prescrizioni*

Le aree inserite in questa sottoclasse dovranno essere assoggettate, precedentemente alla fase di progettazione, alla verifica a dettaglio adeguato della reale consistenza del rischio individuato per la sottoclasse, tenendo in considerazione dati ed elaborazioni già utilizzati per la stima della pericolosità idraulica del territorio comunale presente nello ScGRI 2023, attraverso:

- ✓ la ricognizione dello stato di efficienza degli interventi di messa in sicurezza del reticolo idrografico e del sistema fognario effettuati dal Comune, dagli enti gestori delle reti di servizi o dal Consorzio di Bonifica o altri, e l'individuazione degli eventuali benefici apportati sull'area interessata
- ✓ la verifica della compatibilità idraulica dell'intervento previsto effettuata ai sensi dell'Allegato 4 alla d.g.r. 9/2616/2011, nonché la verifica delle ricadute generate dal nuovo intervento sui territori limitrofi

Gli esiti di tale verifica, le misure per il contenimento del rischio e le proposte progettuali, in caso di conferma di Pericolosità idraulica molto elevata, Danno potenziale grave o Rischio idraulico R4, sono oggetto di valutazione da parte del Comune che potrà eventualmente considerare incompatibili gli interventi con lo stato di rischio. In questi casi le indicazioni generali da seguire sono quelle previste per la Classe di fattibilità geologica 4. In quest'ultimo caso, risultano comunque ammissibili le infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico non altrimenti localizzabili (si rimanda alle norme specifiche della Classe **4**)

Successivamente alla verifica del rischio idraulico, solo per gli interventi compatibili con il rischio presente e in funzione del grado di rischio localmente riscontrato, dovranno essere previsti e adottati accorgimenti costruttivi e misure di mitigazione del rischio che impediscano danni a cose e persone e/o che consentano l'immediata e sicura evacuazione da parte di persone e beni mobili.

In ogni caso, come da d.g.r. 6738/2017 Punto 3.3.3.:

- è vietata la realizzazione di piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi;
- nei piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi, dimensionati sulla base degli esiti dello studio di compatibilità idraulica, è vietato un uso che preveda la presenza continuativa di persone;
- è necessario progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo, ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti

Riguardo agli accorgimenti edilizi e alle misure mitigative del rischio idraulico applicabili alle opere progettate si fa riferimento a quanto presente nell'All.4 alla d.g.r. 2616/2011 e al Punto 3.5.3 della d.g.r. 6738/2017 (prescrizioni dettagliate nella precedente Sottoclasse **3.1**).

Nel caso di esito positivo delle verifiche di compatibilità idraulica, e contestualmente alla progettazione finalizzata alla mitigazione del rischio idraulico persistente, si avvia anche l'iter di progetto che si sviluppa secondo le disposizioni e le procedure previste dal r.r.7/2017 nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica.

Lo "Studio comunale di Gestione del Rischio Idraulico (ScGRI)" può stabilire parametri diversi e/o più restrittivi di quelli del regolamento regionale per le aree a maggior rischio di allagamento e maggiori difficoltà di sgrondo delle acque superficiali, nonché indirizzi progettuali specifici e indicazione riguardo alla gestione dell'invarianza idraulica.

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 3, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

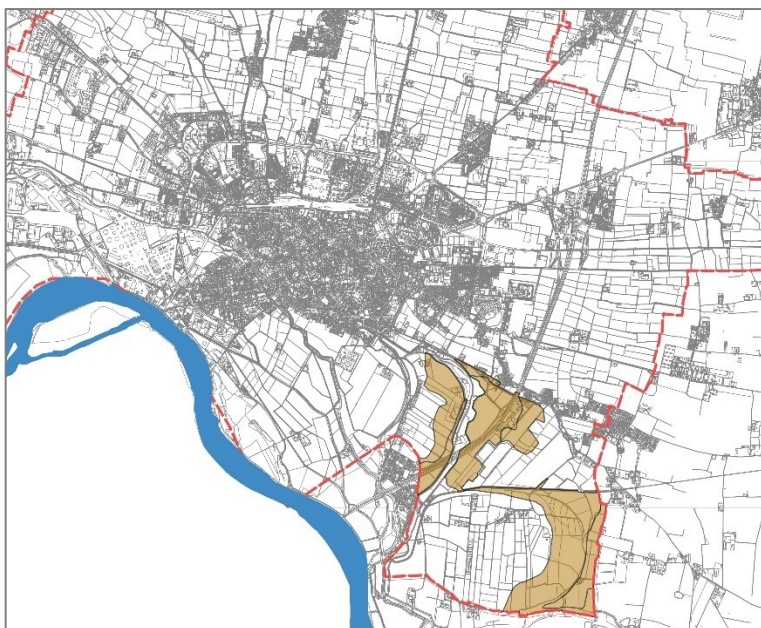
#### *Ulteriori prescrizioni*

Le aree con livello di rischio compatibile con nuovi interventi di urbanizzazione sono da assoggettare anche ad ulteriori verifiche in funzione degli elementi secondari di vulnerabilità presenti.

Le aree individuate con le specifiche "a" e "b" dovranno essere assoggettate a misure di controllo della falda e gli interventi previsti dovranno anche attenersi, rispettivamente, alle prescrizioni delle sottoclassi **2.1** e **3.3**.

Le zone di specifiche "i" e "c" dovranno considerare, rispettivamente, anche le prescrizioni delle sottoclassi **2.2**, **3.4**

### **3.9 Terreni a caratteri geotecnici scadenti; aree dei paleomeandri; zone con probabile presenza di sedimenti organici in ambito di valle inondabile**



#### Descrizione

Sono aree ubicate in valle Po nella zona di S. Rocco e attorno al Fossadone, in ambienti totalmente agricoli. La sottoclasse è rappresentata da 7 poligoni per un totale di 338 Ha circa.

Si tratta di aree di paleomeandro con forte variabilità dei sedimenti, materiali fini e frequenti materiali organici, come risulta dai dati di indagine diretta; anche se non si tratta di una situazione esclusiva delle aree qui individuate.

Specifica “a”: falda idrica tra 3 e 5/7 m dalla superficie

Specifica “b” falda idrica entro 3 m dalla superficie

Specifica “e”: aree a tergo del sistema arginale del Po, in fascia C del PAI, allagabili in caso di eventi eccezionali

#### *Indicazioni generali*

Si tratta di aree che presentano caratteri geotecnici del sottosuolo scadenti o pessimi, e/o comunque influenzati dalla presenza diffusa di materiali organici e materiali fini dovuti alla deposizione in paleopercorsi fluviali e lanche. La falda freatica presenta valori di soggiacenza molto ridotti, da 1 a 5 m circa.

Sono in genere compatibili con tutte le modifiche d'uso del suolo, previo approfondimento delle problematiche specifiche.

#### *Prescrizioni*

Fermo restando quanto previsto per la Classe di Fattibilità geologica 3, gli approfondimenti di indagine devono valutare localmente la natura e i caratteri litotecnici dei materiali del substrato geologico, fornendo precise e puntuali informazioni finalizzate al dimensionamento delle strutture eventualmente previste per impianti e interventi edilizi.

L'indagine e la successiva relazione illustrativa dovranno fornire indicazioni in merito alla possibilità di cedimenti anche differenziali, all'eventuale interferenza con la falda, nonché alla scelta del tipo di fondazioni più adatto, considerata la attesa scarsa o variabile capacità portante dei terreni.

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 3, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le “Indicazioni e prescrizioni generali” descritte per la Classe 1**

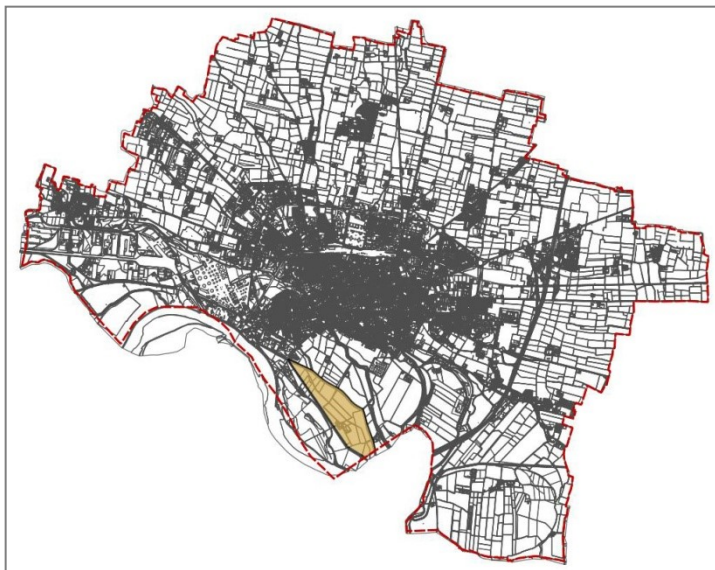
#### *Ulteriori prescrizioni*

Nell'ambito della sottoclasse **3.9**, le aree definite con le specifiche “a” e “b” dovranno approfondire anche le verifiche relative alla presenza di acqua di falda a scarsa profondità, tenuto conto che in alcune aree questa può trovarsi a meno di 2 metri da piano campagna. Si considereranno, rispettivamente, le prescrizioni delle sottoclassi **2.1** e **3.3**.

Considerata la natura prevalentemente limosa e la minima soggiacenza, queste aree risultano inadatte alla infiltrazione. L'installazione di impianti e sistemi dedicati alla dispersione idrica nel suolo/sottosuolo deve quindi essere valutata sulla base di adeguati dati osservativi e indagini geoidrologiche in sito.

La condizione di allagabilità, da reticolo idrico secondario, oltre che per eventi eccezionali da reticolo principale (specificata “e”), evidenziata da una pericolosità idraulica “media o moderata” (H1-H2), comporta una serie di precauzioni e adempimenti aggiuntivi pari a quelli indicati per la Sottoclasse **3.7**.

### Sottoclasse 3.10: aree in fascia B del PAI



#### *Descrizione*

Consiste in una sola area, a sud della città, nella zona della Cascina Bosconello, compresa tra argine maestro e argini secondari, per un totale di circa 1 km<sup>2</sup>. Per definizione si tratta di superfici allagabili per piene con Tr di 200 anni e che non dovrebbero essere interessate da importanti fenomeni di scorrimento delle acque di esondazione. Bisogna ricordare che in fascia B si colloca tuttora anche una seconda area, più a nord-ovest, tra il Po e l'argine lungo via Riglio. Questa area è tuttavia inserita in classe di pericolosità idraulica H, secondo il PGRA, ed assume dunque le limitazioni delle fasce A del PAI

Specifica "a": falda idrica tra 3 e 5/7 m dalla superficie

#### *Indicazioni generali*

Sono definite dalle NdA del PAI come "fascia costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento" (Tr 200 anni), esterne al centro edificato".

Secondo il comma 1 art. 30 delle Norme di Attuazione (NdA) del PAI, nella fascia B deve essere perseguito "l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali".

Tali aree sono inoltre ritenute particolarmente adatte per localizzare "interventi finalizzati al mantenimento ed ampliamento delle aree di esondazione, riattivazione o ricostruzione di ambienti umidi, ripristino e ampliamento delle aree a vegetazione spontanea autoctona" (comma 1 art 36 NdA PAI).

La compatibilità degli interventi è determinata dai commi 2 e 3 dell'art. 20 delle NdA PAI, di seguito riportati, mentre il comma 4 dello stesso articolo indica i requisiti a cui devono rispondere gli interventi ammessi. Le aree di pericolosità idraulica P2/M sec. PGRA coincidono, in ambito RP, con quelle di Fascia B e acquisiscono le medesime limitazioni d'uso.

#### *"2. Nella fascia B sono vietati:*

- *gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento della capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;*
- *la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come*

definiti dal Dlgs. 5 febbraio 1997 n. 22, fatto salvo quanto previsto all'art 29 comma 3, lett. I delle Nta del Pai;

- la presenza di argini, interventi e strutture che tendano ad orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

3. Sono per contro consentiti, oltre agli interventi indicati al comma 3 dell'art 29 delle Nta del Pai:

- gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;
- gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di Bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art 38 (delle Nta del Pai), espresso anche sulla base di quanto previsto dall'art. 38bis (Nta Pai);
- la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;
- l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all'art 38 del Dlgs 152/99 e successive modifiche e integrazioni;
- il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art 38 (delle Nta del Pai), espresso anche sulla base di quanto previsto dall'art. 38bis (Nta Pai);

4. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti"

All'interno dei territori di fascia B è comunque consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, secondo quanto previsto dall' art. 38 delle Nda PAI.

#### *Prescrizioni*

Gli interventi ammessi dovranno comunque attenersi alle indicazioni specifiche del PAI (artt. 34, 35, 36, 37, 38, 38bis, 38ter, 41 delle Nda PAI), fatte salve ulteriori norme più restrittive previste per le aree esondabili.

Tutte le attività consentite che comportano sottrazione di volumi esondabili devono essere sottoposte a studio di compatibilità idraulica, che sarà redatto ai sensi della direttiva PAI "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B"", nonché dell'Allegato 4 alla d.g.r. 9/2616/2011. Tale studio dovrà essere effettuato precedentemente alla fase di progettazione definitiva e sarà finalizzato alla verifica della compatibilità idraulica delle strutture in progetto.

Qualora l'attività risultasse compatibile con il livello di rischio idraulico riscontrato, dovranno essere previsti e adottati accorgimenti costruttivi e/o gestionali, nonché misure di mitigazione del rischio che impediscano danni a cose e persone e/o che consentano l'immediata e sicura evacuazione da parte di persone e beni mobili. Si fa pertanto riferimento all'elenco di accorgimenti e misure riportato per la sottoclasse **3.1**

Tutte le attività consentite devono essere progettate preferendo, a parità di altre condizioni, la scelta progettuale in grado di minimizzare i volumi occupati al suolo, al fine di limitare il più possibile la sottrazione di volumi esondabili.

Riguardo ai caratteri integrativi, si segnala anche la presenza di falda freatica, controllata dal livello del Po, avente spesso scarsa soggiacenza (3-5/7 m) e soggetta a forti escursioni. Tale presenza e le relative oscillazioni dovranno essere indagate e monitorate attentamente, seguendo le indicazioni previste per la sottoclasse **3.3**.

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 3, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

### **Sottoclasse 3.11: aree delle Zone I a Pericolosità idraulica H1-H2, interne all'edificato**



#### *Descrizione*

La sottoclasse comprende le aree di Zona I ("ad elevato rischio idrogeologico") poste all'interno delle aree definite come edificate per le quali lo Studio Idraulico del territorio comunale (Studio Telò May Fly 2022), redatto per lo ScGRI, ha valutato una pericolosità idraulica di livello H1-H2.

Interessa una superficie di circa 141 Ha, suddivisa in numerosi poligoni, alcuni dei quali di dimensione inferiore all'ettaro.

Specificazione "a": falda idrica tra 3 e 5/7 m dalla superficie

Specificazione "b": falda idrica entro 5 m dalla superficie

Specificazione "c": substrati con caratteri geotecnici scadenti e probabile presenza di sedimenti organici

Specificazione "d": riempimenti o riporti di natura o caratteri litotecnici non noti

Specificazione "i": aree urbane con scavi e riporti storici di spessore plurimetrico e natura non precisata e/o forte alterazione dei terreni

#### *Indicazioni generali*

Gli interventi infrastrutturali realizzati negli anni recenti sul reticolo idrico a monte della città hanno ridotto la pericolosità delle Zone I. Allo stato attuale, le aree sono da ritenersi compatibili con l'urbanizzazione a seguito di opere di mitigazione del rischio idraulico o mediante l'adozione di accorgimenti costruttivi che impediscano danni a beni e strutture e/o che consentano la facile ed immediata evacuazione dell'area da parte di persone e beni mobili.

### *Prescrizioni*

Fatte salve le norme generali della classe 3, gli interventi ammessi dovranno indicare, motivandole, le opere di mitigazione del rischio da effettuare per la messa in sicurezza dell'intervento che si prevede, nonché gli eventuali accorgimenti costruttivi finalizzati alla salvaguardia dei beni e delle strutture. Gli interventi di messa in sicurezza dovranno essere accompagnati da apposito studio a firma di un ingegnere idraulico abilitato, redatto ai sensi dell'Allegato 4 alla d.g.r. 9/2616 - 30/11/2011 che dimensiona gli interventi stessi. Lo studio dovrà inoltre verificare che opere di messa in sicurezza e intervento urbanistico non interferiscano negativamente sulla dinamica di esondazione e non trasferiscano su altre aree volumi di acqua significativi.

Successivamente alla verifica del rischio idraulico, solo per gli interventi compatibili con il rischio presente e in funzione del grado di rischio localmente riscontrato, dovranno essere previsti e adottati accorgimenti costruttivi e misure di mitigazione del rischio che impediscano danni a cose e persone e/o che consentano l'immediata e sicura evacuazione da parte di persone e beni mobili.

In ogni caso, come da d.g.r. 6738/2017 Punto 3.3.3.:

- è vietata la realizzazione di piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi;
- nei piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi, dimensionati sulla base degli esiti dello studio di compatibilità idraulica, è vietato un uso che preveda la presenza continuativa di persone;
- è necessario progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo, ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti

Riguardo agli accorgimenti edilizi e alle misure mitigative del rischio idraulico applicabili alle opere progettate si fa riferimento a quanto presente nell'All.4 alla d.g.r. 2616/2011 e al Punto 3.5.3 della d.g.r. 6738/2017 (prescrizioni dettagliate nella precedente Sottoclasse **3.1**).

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 3, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

### *Ulteriori prescrizioni*

In presenza di situazioni caratterizzate dalle specifiche sopraindicate ("a", "b", "c", "d", "i") le indagini dovranno comprendere approfondimenti ulteriori volti alla precisazione degli altri elementi di vulnerabilità presenti.

In particolare in aree indicate con il suffisso "a" o "b" si dovranno considerare eventuali interferenze con la falda idrica, secondo quanto prescritto per le sottoclassi **3.3** e **3.2**. Nei casi con specifiche "c", "d" e "i" si dovranno invece indagare natura e caratteri dei terreni rispettivamente secondo le indicazioni delle sottoclassi **3.4**, **3.5** e **2.2**.

## Classe 4: fattibilità con gravi limitazioni

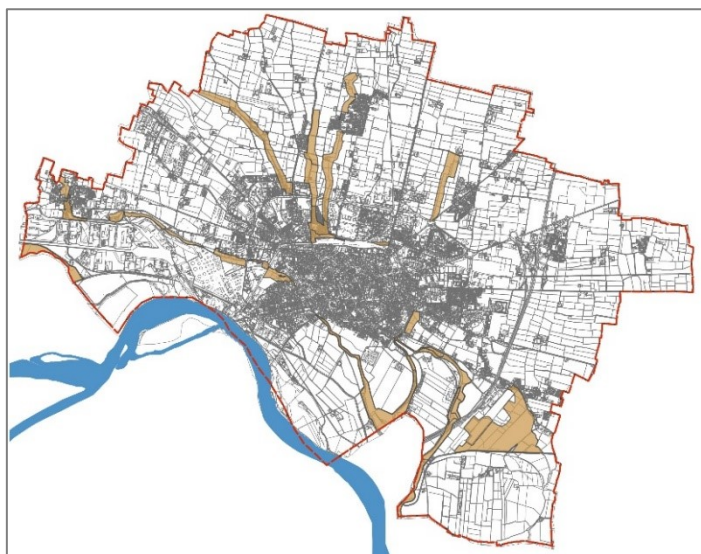
Le aree assegnate alla Classe 4 di Fattibilità geologica comprendono le zone con presenza di gravi limitazioni all'uso per scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrato, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente gli interventi di demolizione senza ricostruzione e le opere relative a interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia, come definiti dall'art. 3 del d.p.r. 6/6/2001 n.380, con l'esclusione della demolizione con ricostruzione, aumento di superficie o volume e aumento del carico insediativo.

Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili. Le stesse dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano nell'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze sottoposte alla approvazione dell'Autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico (vedere testo integrale Punto 3.1.4 Parte I d.g.r. 9/2616/2011).

### Sottoclasse 4.1: Aree delle Zone I del PAI ("Aree a rischio idrogeologico molto elevato") esterne agli ambiti edificati o interne ad essi e a pericolosità idraulica H3-H4



#### *Descrizione*

Interessa le aree immediatamente circostanti i tracciati dei principali corsi d'acqua e canali di irrigazione/bonifica, allagabili per piene con tempo di ritorno inferiore a 50a. Le aree sono delimitate nella cartografia dell'Allegato 4.1 dell'Elaborato 2 del PAI, poi modificato a seguito di interventi di mitigazione del rischio. Nel dettaglio sono coinvolti i territori lungo il tracciato di: Morbasco, Roggia Cavo, Naviglio Civico, Fregalino, Cavo Cerca, Dugali di Robecco, Reale, Scolo Morta, per un totale di circa 383 Ha. La definizione areale e le norme di uso del suolo di questa sottoclasse

discendono direttamente dagli strumenti di pianificazione regionali, che riprendono e dettagliano quanto previsto nel PAI

Specifica "a": falda idrica tra 3 e 5/7 m dalla superficie

Specifica "b": falda idrica entro 5 m dalla superficie

Specifica "c": substrati con caratteri geotecnici scadenti e probabile presenza di sedimenti organici

Specifica "d": riempimenti o riporti di natura o caratteri litotecnici non noti

Specifica "f": aree umide

Specifica "h": scarpate di raccordo tra superfici a quota diversa, con dislivelli superiori a 4 m e pendenza maggiore del 30%

Specifica "i": aree urbane con scavi e riporti storici di spessore plurimetrico e natura non precisata e/o forte alterazione dei terreni

Specifica "l": cava e laghi di cava non rinaturalizzati, comprensivi di una fascia di rispetto e sicurezza

#### *Indicazioni generali*

Si tratta di aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con Tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni. Sono state originariamente definite dallo Studio "Perimetrazione delle aree a rischio idraulico e progetto preliminare del canale scolmatore a difesa della città di Cremona" (Polaris Studio Associato per Regione Lombardia, 1999). I limiti di queste aree sono stati modificati, con studi idraulici dedicati, già in precedenti tre occasioni, a seguito della messa in atto di interventi infrastrutturali sulla rete idrica o altre modifiche alla stessa. Un ulteriore aggiornamento è stato appena registrato, a seguito del completamento di una ulteriore opera di riduzione delle piene nella rete afferente alla città.

Ai sensi dell'art. 51 delle NdA PAI (al quale si rimanda), nelle aree definite come Zona I, esternamente ai centri edificati, sono esclusivamente consentite le seguenti attività:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia, esclusa la demolizione con ricostruzione, senza aumento di superficie e volume e senza aumento del carico insediativo;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al recupero strutturale dell'edificio o alla protezione dello stesso;
- la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili;
- la realizzazione di nuove infrastrutture essenziali, purché non incrementino il carico insediativo, non precludano la possibilità di intervenire sulle cause che determinano le condizioni di rischio e risultino coerenti con la pianificazione degli interventi di emergenza di protezione civile;
- gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del d.lgs. 490/1999 e successivo d.lgs. 42/2004, nonché di quelli di valore storico culturale individuati negli strumenti di pianificazione urbanistica vigenti;
- gli interventi per la mitigazione del rischio idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni.

Internamente ai centri edificati, le aree a rischio idraulico R4, determinate da pericolosità idrauliche elevate e molto elevate H3 e H4, sono considerate incompatibili con l'urbanizzazione, fatte salve le indicazioni della classe di fattibilità 4 alla quale sono attribuite.

Sono inoltre vigenti le norme del PAI, in particolare gli artt. 48, 49, 51, 52, 53 e 54.

Nel caso dei laghi di cava (specifica "I" non rappresentata in una propria sottoclasse di fattibilità), sui quali non sono stati effettuati specifici interventi di rinaturalizzazione complessiva, sono consentite le attività finalizzate al ripristino delle condizioni ambientali tipiche del contesto agricolo, alla stabilizzazione ed eventuale modellamento delle sponde e alla valorizzazione delle potenzialità naturalistiche delle aree con acqua.

### *Prescrizioni*

I progetti di interventi e realizzazioni consentiti nella sottoclasse **4.1** devono essere corredati da adeguato Studio di compatibilità idraulica, redatto ai sensi dell'Allegato 4 alla d.g.r. 9/2616/2011 su tutto il territorio comunale interessato dalle Zone I.

L'eventuale, ulteriore ripermimetrazione delle Zone I a seguito di interventi che migliorano o ridefiniscono le condizioni di rischio idraulico dovrà essere effettuata secondo le procedure del medesimo Allegato 4 alla d.g.r. 9/2616/2011.

Gli Studi redatti ai sensi del citato Allegato sono soggetti a parere vincolante rilasciato dalla struttura regionale competente (ai sensi dell'art. 54 NdA PAI modificato con del. Comit. Istit. Autorità di Bacino Po n.4/2004 del 3/03/2004).

Per i soli interventi ammessi, si dovranno prevedere e adottare accorgimenti costruttivi e/o gestionali, nonché misure di mitigazione del rischio che impediscano danni a cose e persone e/o che consentano l'immediata e sicura evacuazione da parte di persone e beni mobili.

In ogni caso, come da d.g.r. 6738/2017 Punto 3.3.3.:

- è vietata la realizzazione di piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi;
- nei piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi, dimensionati sulla base degli esiti dello studio di compatibilità idraulica, è vietato un uso che preveda la presenza continuativa di persone;
- è necessario progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo, ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti

Riguardo agli accorgimenti edilizi e alle misure mitigative del rischio idraulico applicabili ai progetti delle opere consentite si fa riferimento a quanto presente nell'All.4 alla d.g.r. 2616/2011 e al Punto 3.5.3 della d.g.r. 6738/2017 (prescrizioni dettagliate nella precedente Sottoclasse **3.1**).

Per le aree indicate con la specifica "I" (laghi di cava), le attività consentite dovranno prevedere indagini volte alla determinazione delle caratteristiche geologico tecniche dei materiali presenti, alla stabilità delle scarpate attuali o di ripristino, alla comprensione della situazione idrogeologica locale. Si consiglia inoltre una indagine naturalistica volta ad evidenziare le presenze floro – faunistiche e le potenzialità ecologiche dell'area.

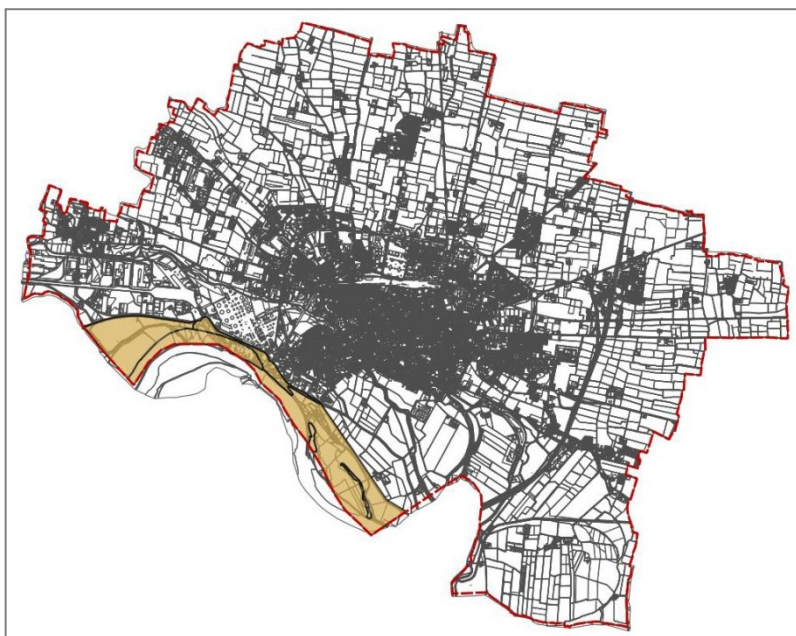
**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 4, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

#### *Ulteriori prescrizioni*

In presenza delle situazioni caratterizzate dalle specifiche sopraindicate le indagini per la compatibilità degli interventi dovranno comprendere approfondimenti ulteriori volti alla precisazione degli altri elementi di vulnerabilità presenti.

In particolare le aree indicate con il suffisso "b" dovranno considerare eventuali interferenze con la falda idrica, secondo quanto prescritto per la sottoclasse 3.3. Le aree in zona umida ("f") sono assoggettate alle indicazioni dell'art. 16 della Normativa del PTCP e alle norme specifiche di PGT. Per esse si dovranno realizzare gli approfondimenti di indagine previsti per la sottoclasse 4.3. Nei casi con specifiche "c", "d" e "i" si dovranno invece indagare natura e caratteri dei terreni rispettivamente secondo le indicazioni delle sottoclassi 3.4, 3.5 e 2.2. Nel caso della ex cava di prestito della A21, in prossimità di Gerre Borghi, occupata dagli specchi d'acqua utilizzati per la pesca sportiva, ma non naturalizzati, è individuata una fascia di rispetto di 20 m al fine di prevenire eventuali fenomeni di dissesto sulle scarpate e a consentire gli interventi di sistemazione ambientale.

#### **Sottoclasse 4.2: Fascia A del PAI e Scenario P3/H su Reticolo Principale del PGRA con pericolosità idraulica H4**



#### *Descrizione*

Aree golenali del fiume Po, interne agli argini maestri.

Si tratta di una unica grande fascia di territorio, di circa 343 Ha, lungo la sponda sinistra del fiume Po.

Per definizione si tratta delle superfici di deflusso della piena di progetto, con Tempo di ritorno di 200 anni. E' compresa anche l'area tra fiume e argine di via Riglio, attribuita alla Fascia B del PAI e a pericolosità idraulica P3/H del PGRA

Specifica "d": presenza di materiali riportati e/o accumulati di caratteri litotecnici non noti. In particolare la zona così identificata comprende aree sottratte al corso d'acqua a partire dagli anni '50, con la creazione di vasche a sud dell'area Tamoil e il loro successivo riempimento per colmata

Specifica "f": aree umide

Specifica “i”: aree urbane con scavi e riporti storici di spessore plurimetrico e natura non precisata e/o forte alterazione dei terreni

#### *Indicazioni generali*

Ai sensi dell'art. 29 delle NdA del PAI, in queste aree deve essere perseguito l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento (Tr 200) e il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo. Viene favorita ovunque possibile l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra.

Lo stesso art. 29 delle NdA PAI, al quale si rimanda per completezza del testo, indica le attività vietate e consentite. Sono vietate:

- a. le trasformazioni dello stato dei luoghi che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale e edilizio (fatto salvo quanto espressamente specificato nei PAI stesso);
- b. la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli impianti esistenti, l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero rifiuti così come definiti dal d.lgs. 5/02/1997 n. 22;
- c. la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli esistenti;
- d. le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturalizzazione con specie autoctone per una fascia di ameno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente;
- e. la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto;
- f. il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere.

Sono consentiti:

- a. i cambiamenti colturali che interessano esclusivamente aree coltivate;
- b. gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- c. le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;
- d. I prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 mc annui;
- e. la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito di Piani di settore;
- f. i depositi temporanei conseguenti e annessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione, da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;
- g. il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia;

- h. il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave;
  - i. il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6 comma 1, lett. m) del d.lgs. 5 febbraio 1997, n.22;
  - j. l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate dal d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata una comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso d.lgs 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dall'autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo;
  - k. l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.
- Vigono inoltre le norme del PAI sulle fasce fluviali (artt. 34, 35, 36, 37, 38, 38bis, 38ter, 39, 40, 41).

#### *Prescrizioni*

In riferimento alle norme generali di Classe 4 e alle norme specifiche di Fascia A del PAI, tutti gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Gli interventi che comportano la realizzazione di strutture o la modifica dei volumi esondabili devono essere assoggettati, precedentemente alla progettazione, a verifica di compatibilità idraulica ai sensi dell'Allegato 4 alla d.g.r. 9/2616/2011, nonché alla Direttiva PAI "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B".

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 4, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

#### *Ulteriori prescrizioni*

Le aree indicate con il suffisso "d" sono state sottratte, a metà secolo scorso, all'alveo fluviale vero e proprio, sia attraverso riporti di materiale vario che favorendo la sedimentazione fluviale. In queste aree sono da approfondire gli aspetti legati alle caratteristiche merceologiche e litotecniche dei materiali di substrato, attraverso gli approfondimenti di indagine previsti per la sottoclasse **3.5**. Le aree di zona umida (suffisso "f") sono assoggettate alle indicazioni dell'art. 16 del PTCP e alle norme specifiche di PGT. Dovranno prevedere gli approfondimenti di indagine previsti per la sottoclasse **4.3**.

Data la connessione esistente tra il livello del pelo libero delle acque fluviali e la quota di falda, è necessario che le indagini per gli interventi ammessi prendano in considerazione profondità e oscillazioni della falda, secondo quanto indicato per la sottoclasse **3.3**.

**Sottoclasse 4.3: aree umide (aree con ristagno idrico, bodri, aree idriche con valenza naturalistica)**



*Descrizione*

Vengono riconosciute 4 aree, identificate direttamente dalla sottoclasse (Cave Morbasco, Bodrio S.Rocco, San Savino e zona umida Tamoil), oltre ad altre 4 aree ricomprese nelle sottoclassi 4.1 e 4.2 (Parco Morbasco, Bodrio Vacchelli, Lanca Po e Lanca Bosconello). La sottoclasse interessa nel complesso meno di 1,5 ettari (oltre alla superficie ricadente in altre sottoclassi, pari a circa 13 Ha complessivamente)

Specifica “c”: substrati a caratteri geotecnici scadenti e probabile presenza di sedimenti organici  
Specifica “g”: aree umide periodicamente allagabili.

*Indicazioni generali*

Si tratta di aree sensibili dal punto di vista idrogeologico per l’affioramento della falda. Costituiscono aree di interesse ecologico a livello locale e di pianificazione generale.

Secondo quanto già previsto nel previgente PGT e all’art. 16 del PTCP della Provincia di Cremona, è vietato qualsiasi intervento che riduca il sedime dell’area umida, le trasformazioni e manomissioni che ne possano compromettere la sussistenza, l’immissione di reflui non depurati e rifiuti; sono consentiti gli interventi volti al disinquinamento e al miglioramento della vegetazione riparia.

Sono vietati interventi di carattere edificatorio e gli interventi di trasformazione diretta ed indiretta delle aree, ad esclusione, per gli edifici esistenti, degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo, di adeguamento funzionale e di ristrutturazione edilizia, esclusa la demolizione con ricostruzione, senza aumento di superficie e volume.

*Prescrizioni*

Fatto salvo quanto previsto per la classe di fattibilità 4, le attività consentite devono essere accompagnate da apposita relazione tecnica che dettagli la situazione idrogeologica dell’area e di un suo intorno significativo, con descrizione delle aree e dei meccanismi di alimentazione della zona

umida, della qualità e quantità delle acque, della profondità della falda e sue oscillazioni stagionali. I dati e le informazioni dovranno discendere da campagne di misure e osservazioni locali, protratte per il tempo necessario a comprendere i meccanismi stagionali e i trend di variazione, anche sulla base di dati pregressi eventualmente già disponibili.

Sarà opportuno inoltre predisporre una relazione che evidenzi le rilevanze naturalistiche reali e potenziali dell'area e le connessioni alle reti ecologiche.

Si dovranno infine valutare le conseguenze sull'area delle attività compatibili, sia dal punto di vista naturalistico che sulla situazione idrogeologica locale.

L'indagine geotecnica nelle aree di valle dovrà valutare la possibile presenza di terreni con scadente capacità portante o presenza di substrati organici (specifica "c") come indicato per la sottoclasse

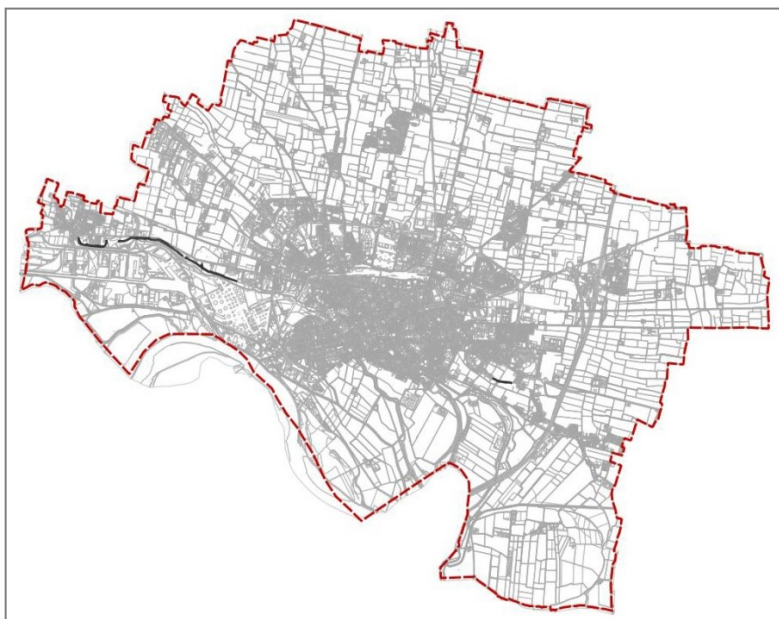
**3.4.**

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 4, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**

#### *Ulteriori prescrizioni*

Nelle aree della valle del Po esterne al sistema arginale, per le quali permane una pericolosità idraulica "media o moderata"(specifica "g") e la possibilità di allagamenti periodici, si devono prevedere anche le indagini indicate per la sottoclasse **3.7.**

**Sottoclasse 4.4: scarpate di raccordo tra superfici a quota diversa, al margine della pianura e in Valle del Morbasco, con dislivelli superiori a 4 m e pendenza elevata (superiore a 30%)**



#### *Descrizione*

Si tratta di porzioni della scarpata di raccordo tra il livello della pianura e le superfici delle Valle del Po-Valle del Morbasco, per un totale di circa 5 Ha.

Superfici con caratteristiche analoghe sono cartografate nella sottoclasse **4.1.**

#### *Indicazioni generali*

La pendenza di queste superfici, unitamente alla loro altezza costituiscono elementi di vulnerabilità geologica con rischio potenziale di distacchi e scivolamenti di materiale.

### *Prescrizioni*

Fatte salve le indicazioni della classe 4, per i soli interventi ammessi è richiesta la verifica delle condizioni di stabilità della scarpata, sia in fase di cantiere che ad intervento concluso.

E' comunque vietato modificare la morfologia dei luoghi alterando la pendenza e l'altezza complessiva del tratto di scarpata oggetto di intervento.

**Nell'ambito generale del livello di rischio previsto per la Classe 4, valgono comunque e vanno considerate integralmente e messe in atto nei casi pertinenti, le "Indicazioni e prescrizioni generali" descritte per la Classe 1**